



**OPTIMASI ZINK OKSIDA DAN TITANIUM DIOKSIDA *LOTION*  
TABIR SURYA KOMBINASI OKTIL METOKSISINAMAT  
DAN AVOBENSON**

**SKRIPSI**

Oleh

**Mia Restu**

**NIM. 132210101086**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**OPTIMASI ZINK OKSIDA DAN TITANIUM DIOKSIDA *LOTION*  
TABIR SURYA KOMBINASI OKTIL METOKSISINAMAT  
DAN AVOBENSON**

**SKRIPSI**

diajukan untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu Fakultas Farmasi  
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh

**Mia Restu**

**NIM. 132210101086**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah kepada setiap hamba-Nya yang senantiasa berjuang di jalan-Nya dalam kebaikan dan menuntut ilmu.
2. Kedua Orang tua tercinta, Bapak Muhammad Yusuf dan Ibu Nurwati, terimakasih telah memberikan kasih sayang, jerih payah, nasehat, motivasi serta doa yang selalu mengiringi setiap langkah bagi kesuksesan penulis.
3. Bapak dan Ibu Guru TK Purwanida 2 Bima, SDN Mawar 2 Banjarmasin, SMPN 9 Banjarmasin, SMAN 2 Banjarmasin, serta dosen dan segenap civitas akademika Universitas Jember teruntuk Fakultas Farmasi tercinta, yang telah menjadi wadah untuk menuntut ilmu dan membimbing dengan penuh keikhlasan.
4. Teman-teman sejawat Farmasi 2013 terimakasih atas dukungan serta doa yang sudah diberikan dan Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

**MOTTO**

“Hidup ini seperti sepeda. Agar tetap seimbang, kau harus terus bergerak”

(Albert Einstein)

“Tidak ada kata gagal yang ada hanya kata sukses atau belajar”

Kualitas hidup seseorang ditentukan oleh kesungguhan niat, bukan otak yang  
cemerlang”

(Meri Susanti)

“Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lainnya”

(HR. Thabrani & Daruquthni)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mia Restu

NIM : 132210101086

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang berjudul “Optimasi Zink Oksida Dan Titanium Dioksida *Lotion* Tabir Surya Kombinasi Oktil Metoksisinamat Dan Avobenson” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah penulis sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya plagiarisme. Penulis bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya selaras dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, tanpa ada desakan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia menerima sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari ini tidak sesuai.

Jember, 11 Januari 2018

Yang menyatakan,

(Mia Restu)

NIM 132210101086

**SKRIPSI**

**OPTIMASI ZINK OKSIDA DAN TITANIUM DIOKSIDA *LOTION*  
TABIR SURYA KOMBINASI OKTIL METOKSISINAMAT  
DAN AVOBENSON**

Oleh

**Mia Restu**

**NIM. 132210101086**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Viddy Agustian R, S.Farm., M.Sc., Apt.

Dosen Pembimbing Anggota : Lusia Oktora R. K. S., S.F., M.Sc., Apt.

**PENGESAHAN**

Skripsi ini berjudul “Optimasi Zink Oksida dan Titanium Dioksida *Lotion* Tabir Surya Kombinasi Oktil Metoksisinamat dan Avobenson” karya Mia Restu telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 11 Januari 2018

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Viddy Agustian R, S.Farm., M.Sc., Apt.  
NIP. 198608302009121007

Lusia Oktora R. K. S., S.F., M.Sc., Apt.  
NIP. 197910032003122001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Lidya Ameliana, S.Si., Apt., M.Farm.  
NIP. 198004052005012005

Dwi Koko Pratoko, S.Farm., Apt.  
NIP. 198504282009121004

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.  
NIP. 197604142002122001

## RINGKASAN

**Optimasi Zink Oksida dan Titanium Dioksida *Lotion* Tabir Surya Kombinasi Oktil Metoksisinamat dan Avobenson;** Mia Restu, 132210101086; 2018; 128 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Sinar matahari memberikan efek merugikan pada kulit yaitu apabila terpapar sinar matahari dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan penuaan dini pada jaringan dan kanker kulit. Sediaan tabir surya merupakan sediaan kosmetik yang secara fisik atau kimia dapat menghambat penetrasi sinar UV (ultraviolet) ke dalam kulit dan berfungsi memberikan perlindungan pada kulit dari bahaya radiasi sinar UV.

Avobenson mempunyai aktivitas perlindungan yang baik pada panjang gelombang UV-A dengan rentang 320-400 nm dan berpotensi memberikan spektrum yang luas untuk perlindungan dari sinar UV pada sediaan tabir surya. Oktil metoksisinamat lebih berpotensi menyerap sinar UV-B daripada turunan PABA dan lebih banyak digunakan dalam sediaan tabir surya.

Dalam penelitian ini digunakan Titanium dioksida sebagai tabir surya pengeblok fisik karena lebih efektif menyerap radiasi sinar UV-B (290-320 nm) atau sinar UV-A khususnya sinar UV-A II (320-340 nm). Titanium dioksida memiliki kemampuan perlindungan yang tidak menyebabkan perluasan dermatitis kontak. Zink oksida dipilih karena memiliki spektrum yang luas untuk melindungi terhadap sinar UV-A maupun UV-B, lebih efektif menyerap sinar UV-A I pada panjang gelombang 360 nm dan tidak memberikan warna putih ketika diaplikasikan pada kulit. Penambahan Titanium dioksida atau Zink oksida dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan warna putih yang tidak dapat diterima serta tidak nyaman ketika diaplikasikan pada kulit.

Efektivitas suatu sediaan tabir surya dapat dilihat dari nilai *sun protecting factor* (SPF), % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi. Bentuk sediaan yang dipilih untuk penelitian ini adalah *lotion*. Evaluasi yang dilakukan untuk sediaan



diantaranya pengujian sifat fisikokimia seperti organoleptis; viskositas; pH; daya sebar dan efektivitas seperti penentuan nilai SPF; persentase transmisi eritema (%TE) dan persentase transmisi pigmentasi (%TP). Analisis data statistik yang digunakan pada penelitian ini yaitu program (*software*) *design expert trial version* 10.0.1 untuk mengolah data.

Hasil pengujian viskositas menunjukkan bahwa  $F(ab) > F(b) > F(a) > F(1)$  dengan nilai viskositas berturut-turut sebesar 51,00; 43,33; 35,33; 34,67. Hasil analisis menunjukkan bahwa Zink oksida, Titanium dioksida dan interaksi keduanya dapat meningkatkan viskositas sediaan *lotion* tabir surya dengan memberikan nilai efek secara berturut-turut sebesar +4,16; +12,16; +3,5. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa Titanium dioksida memiliki nilai  $p < 0,0001$  yang artinya berpengaruh secara signifikan terhadap respon viskositas, sedangkan Zink oksida dan interaksi keduanya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap respon viskositas.

Hasil pengujian pH menunjukkan bahwa  $F(ab) > F(a) > F(1) > F(b)$  dengan nilai pH secara berturut-turut sebesar 6,64; 4,85; 4,64; 4,42. Hasil analisis menunjukkan bahwa Zink oksida, Titanium dioksida dan interaksi keduanya dapat meningkatkan pH sediaan *lotion* tabir surya dengan memberikan nilai efek secara berturut-turut sebesar +1,22; +0,78; +1,00. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa Zink oksida, Titanium dioksida dan interaksi keduanya memiliki nilai  $p < 0,0001$  yang artinya berpengaruh secara signifikan terhadap respon pH.

Hasil pengujian SPF menunjukkan bahwa  $F(ab) > F(a) > F(1) > F(b)$  dengan nilai SPF berturut-turut sebesar 23,702; 18,645; 12,647; 10,061. Hasil analisis menunjukkan bahwa Zink oksida, Titanium dioksida dan interaksi keduanya dapat meningkatkan SPF sediaan *lotion* tabir surya dengan memberikan nilai efek secara berturut-turut sebesar +9,82; +1,24; +3,82. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa Zink oksida dan interaksi keduanya memiliki nilai  $p < 0,0001$  yang artinya berpengaruh secara signifikan terhadap respon SPF, sedangkan Titanium dioksida tidak berpengaruh secara signifikan terhadap respon SPF.

Hasil pengujian %TE menunjukkan bahwa  $F(b) > F(1) > F(a) > F(ab)$  dengan nilai %TE berturut-turut  $2,94 \cdot 10^{-3}$ ;  $1,38 \cdot 10^{-3}$ ;  $2,09 \cdot 10^{-4}$ ;  $1,97 \cdot 10^{-5}$ . Hasil analisis menunjukkan bahwa Zink oksida dan interaksi keduanya dapat menurunkan %TE sediaan *lotion* tabir surya dengan memberikan nilai efek secara berturut-turut sebesar  $-2,024 \cdot 10^{-3}$  dan  $-8,510 \cdot 10^{-4}$ . Titanium dioksida dapat meningkatkan %TE sediaan *lotion* tabir surya dengan memberikan nilai efek sebesar  $+7,080 \cdot 10^{-4}$ . Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa Zink oksida memiliki nilai  $p < 0,0001$  yang artinya berpengaruh secara signifikan terhadap respon %TE, sedangkan Titanium dioksida dan interaksi keduanya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap respon % TE.

Hasil pengujian %TP menunjukkan bahwa  $F(b) > F(1) > F(a) > F(ab)$  dengan nilai berturut-turut 0,0222; 0,0138; 0,00264; 0,00142. Hasil analisis menunjukkan bahwa Zink oksida dan interaksi keduanya dapat menurunkan %TP sediaan *lotion* tabir surya dengan memberikan nilai efek secara berturut-turut sebesar  $-15,986 \cdot 10^{-3}$  dan  $-4,756 \cdot 10^{-3}$ . Titanium dioksida dapat meningkatkan %TP sediaan *lotion* tabir surya dengan memberikan nilai efek sebesar  $+3,544 \cdot 10^{-3}$ . Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa Zink oksida dan interaksi keduanya memiliki nilai  $p < 0,0001$  yang artinya berpengaruh secara signifikan terhadap respon %TP, sedangkan Titanium dioksida tidak berpengaruh secara signifikan terhadap respon %TP.

Penentuan formula optimum menggunakan desain faktorial dengan kriteria respon yang masuk dalam rentang pH 4,5-6,5; viskositas 20-60 dPas; SPF 6-30; % transmisi eritema 0-1% dan % transmisi pigmentasi 0-40%. Daerah pada *overlay plot* yang berwarna kuning menunjukkan jumlah kombinasi antara Zink oksida dan Titanium dioksida untuk formula optimum dan semua respon memenuhi kriteria yaitu 2% dan 1,880%.

## PRAKATA

Kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuni-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Optimasi Zink Oksida dan Titanium Dioksida *Lotion* Tabir Surya Kombinasi Oktil Metoksisinamat dan Avobenson”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT, atas ijin-Nya penulis bisa menyelesaikan penyusunan skripsi ini untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi.
2. Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember, Ibu Lestyo Wulandari, S.Si.,M.Farm.,Apt.
3. Bapak Viddy Agustian Rosyidi, S.Farm., M.Sc.,Apt. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Lusya Oktora R.K.S,S.F.,M.Sc.,Apt selaku Dosen Pembimbing Anggota yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, dorongan, saran serta doa kepada penulis selama penyusunan skripsi ini dapat tersusun dengan baik.
4. Ibu Lidya Ameliana, S.Si.,Apt.,M.Farm selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dwi Koko Pratoko S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Penguji II, terimakasih atas saran serta kritik yang sangat bermanfaat untuk penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm.,M.Farm.,Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan motivasi, dorongan serta bimbingan dengan penuh kesabaran selama penulis menempuh masa perkuliahan di Fakultas Farmasi Univeristas Jember.
6. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, kritik serta saran kepada penulis.

7. Keluarga yang selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi serta doa yang tiada hentinya kepada penulis selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
8. Ibu Itus dan Mbak Titin selaku Teknisi Laboratorium Farmasetika yang banyak membantu saat mengerjakan skripsi di laboratorium.
9. Teman-teman seperjuangan penelitian di laboratorium farmasetika *Sun Protection (SunPro)* Mega, Subhan, Lisa, Caca, Deni, dan Syahreza yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan serta doa hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Keluarga besar di UKMF ESSENSI mengajarkan penulis bagaimana cara berpendapat, peduli, dan bekerjasama dengan sesama.
11. Sahabat-sahabat terbaikku terutama untuk Geng “Amoeba” Marsalita Irine Prabandari dan Dita Isnaini yang selalu memberikan dorongan dan suntikan semangat ketika lelah melanda.
12. Teman-teman seperjuangan angkatan 2013 “Farmasetamol” yang berjuang bersama untuk mendapatkan gelar Sarjana Farmasi yang senantiasa saling kompak dan mendoakan satu sama lainnya.
13. Teman-teman KKN Universitas Jember Gelombang II T.A 2016/2017 “Kelompok 53” Desa Kerpangan, Kecamatan Leces, Kabupaten Probolinggo.  
Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga segala kebaikan dan dukungan yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis juga menerima semua saran dan kritik dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini memberikan manfaat untuk pembaca dan dapat mengembangkan ilmu dibidang teknologi kefarmasian.

Jember, 11 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>5</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Sinar Ultraviolet</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Kulit</b> .....	<b>6</b>
2.2.1 Anatomi Kulit .....	<b>7</b>
2.2.2 Fungsi Kulit.....	<b>10</b>
<b>2.3 Tabir Surya</b> .....	<b>12</b>
2.3.1 Tinjauan Sediaan Tabir Surya.....	<b>12</b>
2.3.2 Efektivitas Sediaan Tabir Surya.....	<b>14</b>



2.3.3 Evaluasi Efektivitas Sediaan Tabir Surya .....	14
<b>2.4 Lotion .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Tinjauan Bahan .....</b>	<b>16</b>
2.5.1 Avobenson .....	16
2.5.2 Oktil Metoksisinamat .....	17
2.5.3 Zink Oksida .....	17
2.5.4 Titanium Dioksida .....	18
<b>2.6 Desain Faktorial .....</b>	<b>18</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Rancangan Penelitian .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>19</b>
3.2.1 Alat .....	19
3.2.2 Bahan .....	19
<b>3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Prosedur Penelitian .....</b>	<b>21</b>
3.4.1 Rancangan Formula Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	21
3.4.2 Pembuatan Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	22
3.4.3 Evaluasi Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	23
<b>3.5 Analisis Data .....</b>	<b>28</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Hasil Pembuatan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Hasil Evaluasi <i>Lotion</i> Tabir Surya .....</b>	<b>30</b>
4.2.1 Hasil Pengujian Sifat Fisikokimia Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	30
4.2.2 Evaluasi Hasil Pengujian Efektivitas <i>In Vitro</i> Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	37
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>49</b>

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>54</b>



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Bahan Tabir Surya.....	13
2.2 Kategori Perlindungan Berdasarkan Nilai %TE dan %TP .....	15
3.1 Rancangan Formula .....	21
3.2 Rancangan Percobaan Umum Berdasarkan Desain Faktorial.....	22
3.3 Susunan Aras Faktor Berdasarkan Metode Optimasi Desain Faktorial.....	22
3.4 Kriteria dari Evaluasi Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	28
4.1 Hasil Pengujian Organoleptis Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	31
4.2 Hasil Pengujian Viskositas Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	31
4.3 Hasil Analisis Data Efek Faktor Terhadap Respon Viskositas.....	32
4.4 Hasil Pengujian Daya Sebar Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	34
4.5 Hasil Pengujian pH Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	35
4.6 Hasil Analisis Data Efek Faktor Terhadap Respon pH.....	36
4.7 Hasil Pengujian SPF <i>In Vitro</i> Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	38
4.8 Hasil Analisis Data Efek Faktor Terhadap Respon SPF.....	39
4.9 Hasil Penentuan Nilai %TE Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	41
4.10 Hasil Analisis Data Efek Faktor Terhadap Respon %TE .....	42
4.11 Hasil Pengujian Nilai %TP Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	44
4.12 Hasil Analisis Data Efek Faktor Terhadap Respon %TP.....	46



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Anatomi Kulit .....	7
2.2 Lapisan Epidermis Kulit .....	9
2.3 Struktur Avobenson .....	16
2.4 Struktur Oktil Metoksisinamat .....	17
2.5 Struktur Zink Oksida .....	17
2.6 Struktur Titanium Dioksida .....	18
3.1 Skema Langkah Kerja .....	20
4.1 Hasil Pembuatan <i>Lotion</i> Tabir Surya .....	30
4.2 <i>Contour Plot</i> Respon Viskositas .....	33
4.3 <i>Contour Plot</i> Respon pH .....	36
4.4 <i>Contour Plot</i> Respon SPF .....	40
4.5 <i>Contour Plot</i> respon % Transmisi Eritema .....	43
4.6 <i>Contour Plot</i> Respon % Transmisi Pigmentasi .....	46
4.7 <i>Overlay Plot</i> Gabungan Semua Respon .....	47

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
1. Hasil Pengujian Daya Sebar.....	54
2. Hasil Pengujian Viskositas.....	55
3. Hasil Pengujian pH .....	55
4. Hasil Pengujian SPF secara <i>In Vitro</i> .....	56
5. Hasil Pengujian % Transmisi Eritema secara <i>In Vitro</i> .....	80
6. Hasil Pengujian % Transmisi Pigmentasi secara <i>In Vitro</i> .....	89
7. Hasil Olah Data Menggunakan <i>Design Expert Trial</i> 10.0.1 .....	98
8. Hasil Formula Optimum .....	106
9. Sertifikat Penelitian.....	107

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal dengan negara yang beriklim tropis, dimana merupakan negara dengan intensitas paparan sinar matahari yang tinggi dan sebagian besar penduduk Indonesia bekerja diluar ruangan sehingga memerlukan suatu perlindungan kulit. Sinar matahari memiliki efek menguntungkan maupun merugikan untuk kesehatan manusia yang dipengaruhi oleh frekuensi paparan, intensitas sinar matahari, serta sensitivitas individu yang terpapar. Sinar matahari memberikan efek menguntungkan yaitu dengan mengaktifkan provitamin D3 (7-dehidrokolesterol) yang ditemukan pada epidermis kulit dan diubah menjadi vitamin D3 untuk kesehatan tulang (Jones dan Elizabeth, 2000). Sinar matahari memberikan efek merugikan pada kulit yaitu apabila terlalu lama terpapar sinar matahari dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan penuaan dini pada jaringan dan kanker kulit (Gosfel and Wuest, 1981).

Kulit sebagai organ tubuh paling luar memiliki fungsi yang sangat vital yaitu menutupi dan melindungi organ tubuh lain dibawahnya terhadap gangguan kimiawi maupun fisik (Hardiyanto & Soedirman, 1981). Kulit manusia secara natural memiliki sistem perlindungan terhadap sinar UV (ultraviolet) yaitu penebalan *stratum corneum* dan pembentukan melanin. Ketika kontak paparan sinar UV terlalu lama dengan intensitas yang tinggi, maka sistem perlindungan secara natural tersebut tidak dapat melindungi secara maksimal sehingga menyebabkan efek buruk bagi kulit manusia (Mitsui dkk., 1997). Untuk meminimalisasi kerusakan kulit yang disebabkan sinar matahari serta melindungi kulit dari bahaya radiasi sinar matahari dibutuhkan sediaan tabir surya (Wang dkk., 2008).

Sediaan tabir surya merupakan sediaan kosmetik yang secara fisik atau kimia dapat menghambat penetrasi sinar UV ke dalam kulit dan berfungsi memberikan perlindungan pada kulit dari bahaya radiasi sinar UV. Berdasarkan mekanisme kerjanya, bahan aktif tabir surya terbagi menjadi dua, yaitu mekanisme fisika

(pengeblok fisik) dan mekanisme kimia (penyerap kimiawi). Bahan aktif pengeblok fisik berfungsi untuk memantulkan serta menghamburkan radiasi sinar UV misalnya Titanium dioksida dan Zink oksida (Barel dkk., 2009). Bahan aktif tabir surya penyerap kimiawi berfungsi untuk mengabsorpsi energi radiasi sinar UV, dibedakan menjadi dua yaitu anti UV-A dan anti UV-B. Senyawa tabir surya anti UV-A yaitu Benzofenon-3, Avobenson, dan Antranilat sedangkan senyawa tabir surya anti UV-B yaitu turunan PABA (Asam p-amino benzoat), turunan sinamat seperti Oktil metoksisinamat dan turunan Salisilat (Rai dan Srinivas, 2007). Untuk mengoptimalkan kemampuan dari tabir surya sering dilakukan kombinasi antara tabir surya penyerap kimiawi dan tabir surya pengeblok fisik.

Avobenson mempunyai aktivitas perlindungan yang baik pada panjang gelombang UV-A dengan rentang 320-400 nm dan berpotensi memberikan spektrum yang luas untuk perlindungan dari sinar UV pada sediaan tabir surya. Oktil metoksisinamat lebih berpotensi menyerap sinar UV-B daripada turunan PABA dan lebih banyak digunakan dalam sediaan tabir surya (Rai dan Srinivas, 2007). Kombinasi Avobenson sebagai anti UV-A dan Oktil metoksisinamat sebagai anti UV-B digunakan secara luas. Sediaan yang mengandung bahan tabir surya penyerap kimiawi dapat mengalami fotodegradasi sehingga dapat menurunkan efektivitasnya (Shaath, 2010). Pada suatu penelitian digunakan kombinasi Avobenson dan Oktil metoksisinamat dengan konsentrasi 3% b/b dan 4% b/b yang memberikan nilai SPF sebesar 11,7 (Scalia dan Mezzena, 2010). Pada sebuah penelitian menunjukkan bahwa adanya kombinasi tabir surya pengeblok fisik seperti Titanium dioksida atau Zink oksida dengan tabir surya penyerap kimiawi memberikan perlindungan kulit yang lebih baik dan meningkatkan nilai SPF (Anggraini dkk., 2013).

Dalam penelitian ini digunakan Titanium dioksida sebagai tabir surya karena lebih efektif menyerap radiasi sinar UV-B (290-320 nm) atau sinar UV-A khususnya sinar UV-A II (320-340 nm) (Lim dan Draelos, 2009). Titanium dioksida memiliki kemampuan perlindungan yang tidak menyebabkan perluasan dermatitis kontak (Barel dkk., 2009). Zink oksida dipilih karena memiliki spektrum yang luas untuk

melindungi terhadap sinar UV-A maupun UV-B (Thaman dan Draelos, 2006), lebih efektif menyerap sinar UV-A I pada panjang gelombang 360 nm (Lim dan Draelos, 2009) dan tidak memberikan warna putih ketika diaplikasikan pada kulit (Thaman dan Draelos, 2006). Penambahan Titanium dioksida atau Zink oksida dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan warna putih yang tidak dapat diterima serta tidak nyaman ketika diaplikasikan pada kulit (Lim dan Draelos, 2009). Efektivitas suatu sediaan tabir surya dapat dilihat dari nilai *sun protecting factor* (SPF), % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi. Dimana SPF merupakan perbandingan jumlah energi UV yang diperlukan untuk mencapai *minimal erythema dose* (MED) pada kulit manusia yang terlindungi tabir surya dengan jumlah energi UV yang diperlukan untuk mencapai MED pada kulit manusia tanpa perlindungan (Khan, 2014). MED merupakan dosis terendah radiasi sinar UV yang dapat menyebabkan eritema pertama yang terdeteksi 24 jam setelah terpapar pada kulit (Jones dan Elizabeth, 2000). Semakin tinggi nilai SPF suatu sediaan maka akan semakin efektif sediaan tersebut melindungi kulit dari paparan sinar matahari (Dutra dkk., 2004).

Salah satu bentuk sediaan tabir surya yang banyak digunakan adalah *lotion*. *Lotion* merupakan sediaan cair yang mengandung partikel padat yang terdispersi dalam pembawanya, berupa suspensi atau emulsi topikal yang digunakan pada kulit. *Lotion* mempunyai beberapa keuntungan diantaranya seperti dapat melembutkan kulit, memiliki kemampuan daya sebar yang baik dan luas, serta cepat kering setelah penggunaan (Ansel, 2011). Kelebihan dari sediaan *lotion* tersebut serta penggunaan tabir surya yang akan dibuat ditujukan untuk penggunaan kulit tubuh, maka dipilih sediaan *lotion* untuk penelitian ini.

Kestabilan fisik sediaan *lotion* merupakan hal yang penting seperti warna, konsistensi dan bau harus tetap terjaga mulai dari pembuatan sampai ke tangan konsumen kestabilan harus tetap dipertahankan (Ansel, 2011). Parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas sifat fisik *lotion* salah satunya viskositas. Viskositas merupakan hambatan *lotion* untuk mengalir setelah adanya pemberian



gaya. Semakin besar viskositas *lotion* maka semakin tidak mudah mengalir atau kental. Viskositas *lotion* yang diharapkan lebih encer daripada krim dan mudah menyebar pada kulit (Shintaningsih, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Titanium dioksida dan Zink oksida sebagai tabir surya pengeblok fisik dan interaksi keduanya terhadap sifat fisikokimia dan efektivitas *in vitro* (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) dalam *lotion* tabir surya dengan bahan aktif kombinasi oktil metoksisinamat dan avobenson.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi Zink oksida, Titanium dioksida dan interaksi keduanya terhadap sifat fisikokimia (pH & viskositas) *lotion* tabir surya kombinasi Oktil metoksisinamat dan Avobenson?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi Zink oksida, Titanium dioksida dan interaksi keduanya terhadap efektivitas *in vitro* (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) *lotion* tabir surya kombinasi Oktil metoksisinamat dan Avobenson?
3. Berapa konsentrasi optimum Zink oksida dan Titanium dioksida dalam *lotion* tabir surya kombinasi Oktil metoksisinamat dan Avobenson Berdasarkan Prediksi Desain Faktorial?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi Zink oksida, Titanium dioksida dan interaksi keduanya terhadap sifat fisikokimia (pH & viskositas) *lotion* tabir surya kombinasi Oktil metoksisinamat dan Avobenson.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi Zink oksida, Titanium dioksida dan interaksi keduanya terhadap efektivitas *in vitro* (SPF, % transmisi eritema, dan %

transmisi pigmentasi) *lotion* tabir surya kombinasi Oktil metoksisinamat dan Avobenson.

3. Mengetahui konsentrasi optimum Zink oksida dan Titanium dalam *lotion* tabir surya kombinasi Oktil metoksisinamat dan Avobenson Berdasarkan Prediksi Desain Faktorial.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh konsentrasi Zink oksida, Titanium dioksida, dan interaksi keduanya sebagai pengeblok fisik terhadap sifat fisikokimia (pH & viskositas) dan efektivitas *in vitro* (SPF, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) dalam *lotion* tabir surya dengan menggunakan bahan aktif kombinasi Oktil metoksisinamat dan Avobenson serta bermanfaat dalam pengembangan formula *lotion* tabir surya yang efektif.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sinar Ultraviolet

Sinar ultraviolet (UV) adalah suatu sinar elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari yang dapat mencapai permukaan bumi selain sinar tampak dan sinar inframerah dengan panjang gelombang berkisar antara 200-400 nm. Berdasarkan panjang gelombang, spektrum UV terdiri dari 3 bagian yaitu UV-A (320-400 nm), UV-B (290-320 nm), dan UV-C (200-290 nm) (Dutra dkk., 2004). UV-A terbagi lagi menjadi dua bagian yaitu UVA-1 (340-400 nm) dan UVA-2 (320-340 nm) (Barel, 2009). Sinar UV yang paling banyak mencapai permukaan bumi yaitu UV-A (90-95%) dan UV-B (1-5%), sedangkan UV-C mempunyai energi yang paling besar dan tidak dapat mencapai permukaan bumi karena diserap oleh lapisan ozon (Rai dan Srinivas, 2007).

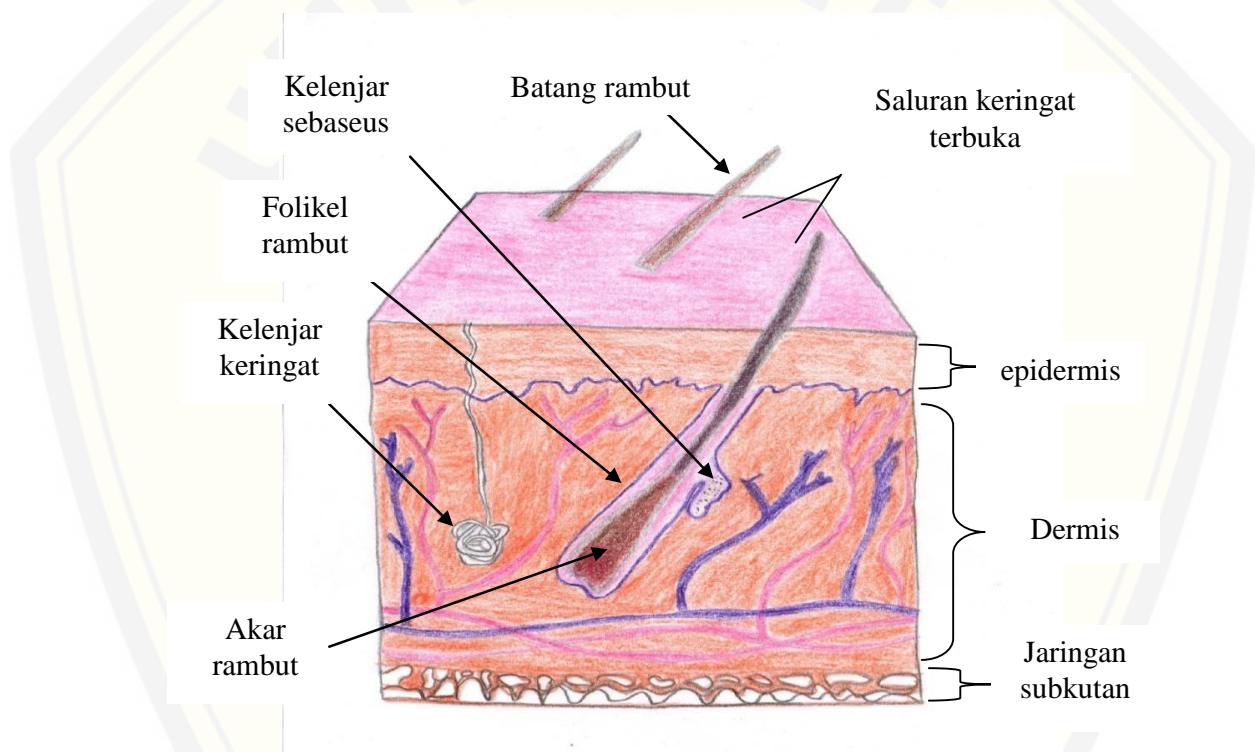
Energi dari sinar ultraviolet yang mencapai permukaan bumi dapat menimbulkan tanda dan gejala terbakarnya kulit, seperti kemerahan pada kulit (eritema), rasa sakit, kulit melepuh dan terjadinya pengelupasan kulit (Parrish dkk., 1982). Sinar UV-A yang memiliki panjang gelombang yang lebih panjang lebih efektif dalam menyebabkan kerusakan kulit daripada sinar UV-B. Sinar ultraviolet pada sinar UV-A memiliki kekuatan 1000 kali lebih kuat daripada sinar UV-B dalam menyebabkan eritema, kulit menghitam (*tanning*), penuaan kulit dan kanker. Sedangkan sinar UV-B dapat menyebabkan luka bakar (*sunburn*), suntan, dan setelah bertahun-tahun apabila terpapar dapat menyebabkan penuaan dini dan kanker pada kulit (McKinlay & Diffey, 1987). Sinar UV-C memiliki panjang gelombang terpendek dan memiliki energi yang paling besar dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan kanker kulit (Jones dan Elizabeth, 2000).

### 2.2 Kulit

Kulit merupakan bagian tubuh paling luar dengan struktur kompleks, yang berfungsi menutupi serta melindungi seluruh tubuh dari berbagai jenis rangsangan eksternal, kerusakan, dan menghindari hilangnya kelembaban. Kulit adalah organ



terbesar dengan luas permukaan 1,6 m<sup>2</sup> dan berat sekitar 16% dari berat badan orang dewasa. Ukuran ketebalan kulit tergantung pada umur, jenis kelamin, dan lokasi. Kulit laki-laki lebih tebal daripada kulit wanita, namun wanita mempunyai lapisan lemak subkutan yang lebih tebal (Mitsui, 1997). Secara umum, kulit memiliki fungsi penting diantaranya pengaturan suhu tubuh, sistem perlindungan, perasa (*sensation*), ekskresi, dan pembentukan vitamin D (McLafferty dkk., 2012). Struktur anatomi pelengkap pada kulit antara lain saluran keringat, folikel rambut, kelenjar ekrin dan kelenjar apokrin (Mitsui,1997). Struktur kulit dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Anatomi kulit (McLafferty dkk., 2012)

### 2.2.1 Anatomi Kulit

Berdasarkan strukturnya, kulit dibedakan menjadi tiga lapisan yaitu lapisan epidermis, lapisan dermis, dan lapisan subkutan (Kolarsick dkk., 2011).

#### a. Lapisan epidermis

Epidermis adalah bagian kulit paling luar yang memiliki beberapa lapis sel dengan ketebalan 0,1-0,3 mm (Mitsui, 1997). Lapisan ini terdiri dari empat sel utama, yaitu keratinosit yang merupakan 90% bagian dari lapisan epidermis. Epidermis juga mengandung 8% sel melanosit yang dapat memproduksi pigmen melanin. Terdapat sel langerhans yang terlibat dalam respon kekebalan tubuh dan sel merkel berfungsi pada sensasi sentuhan (McLafferty dkk., 2012). Lapisan epidermis secara terus menerus mampu memperbarui sel-sel turunan epidermis seperti kelenjar sebacea, kuku dan kelenjar keringat. Epidermis pada umumnya dibagi menjadi lima lapisan berdasarkan morfologi keratinosit dan posisi diferensiasi sehingga dirangsang oleh sel yaitu lapisan tanduk (*stratum corneum*), lapisan jernih (*stratum lucidum*), lapisan keratohialin (*stratum granulosum*), lapisan malphigi (*stratum spinosum*), dan lapisan sel basal (*germinative layer*) (Igarashi dkk., 2005). Berikut merupakan lapisan-lapisan yang terdapat pada epidermis antara lain:

##### 1. *Stratum corneum*

Lapisan ini sebagian besar tersusun atas keratin, yang merupakan protein yang tidak larut dalam air dan sangat resisten terhadap bahan-bahan kimia sehingga dapat melindungi tubuh dari pengaruh eksternal dan mencegah terjadinya dehidrasi yang berlebihan pada jaringan kulit (Igarashi dkk, 2005). Pada lapisan ini terjadi pematangan dan perpindahan sel dari stratum basal menuju stratum korneum (McLafferty dkk, 2012).

##### 2. *Stratum lucidum*

Disebut juga sebagai lapisan barrier yang terletak tepat di bawah *stratum corneum* dan dapat dikatakan sebagai penyambung antara *stratum corneum* dengan *stratum granulosum*. Lapisan ini banyak terdapat pada telapak kaki dan telapak tangan (McLafferty dkk, 2012).

##### 3. *Stratum granulosum*

Terdiri dari 2-4 lapisan sel granular dengan ketebalam 3  $\mu\text{m}$ . Lapisan ini mengandung serabut keratin yang lebih lembab daripada stratum basal dan

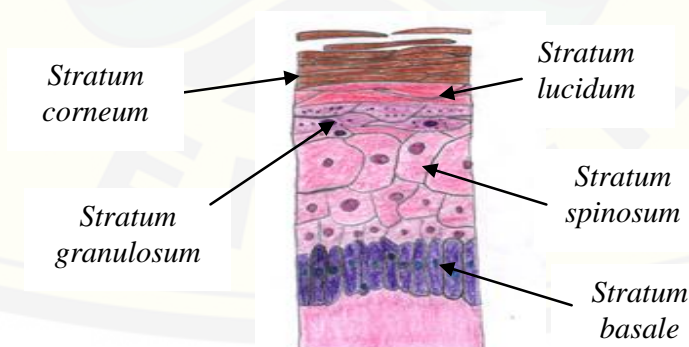
stratum spinosum (Igarashi dkk, 2005). Pada lapisan ini terjadi apoptosis pada sel, dimana sel akan pecah dan mati sehingga tidak mampu lagi melakukan fungsi metabolisme. Sel akan kehilangan nukleus serta mengalami proses keratinisasi keratinosit menjadi keratin (McLafferty, 2012).

4. *Stratum spinosum*

Terdiri atas 5-15 lapis sel dengan bentuk sel yang berbeda-beda tergantung pada lokasi keberadaan sel. Bentuk polihedral dan berinti bulat pada *spinosum suprabasal*, sementara sel-sel yang umumnya memiliki bentuk yang besar berada pada bagian atas *spinosum* (McLafferty dkk, 2012).

5. *Stratum basale*

Merupakan lapisan paling bawah pada epidermis yang tersusun atas satu baris keratinosit. Sel lain yang ditemukan juga pada lapisan ini adalah melanosit dan sel merkel (McLafferty dkk, 2012). *Stratum basale* merupakan pembatas antara lapisan epidermis dengan lapisan dermis. Lapisan ini bertugas untuk memproduksi keratinosit yang akan mengalami keratinisasi menjadi lapisan di atasnya. Melanosit berfungsi untuk memproduksi melanin yang merupakan pigmen pada kulit (Igarashi dkk, 2005). Melanin adalah pigmen yang melindungi kulit dari bahaya efek sinar UV (McLafferty dkk, 2012).



Gambar 2.2 Lapisan Epidermis Kulit

#### b. Lapisan dermis

Dermis merupakan lapisan kedua setelah lapisan epidermis dari kulit. Lapisan ini memiliki ketebalan yaitu sekitar 1-4 mm. Dermis memiliki komponen utama yaitu kolagen dan jaringan elastis (Igarashi dkk., 2005). Lapisan dermis berfungsi untuk memberikan nutrisi dan dukungan fisik untuk lapisan epidermis. Lapisan dermis mengandung pembuluh limfa, folikel rambut, ujung saraf dan kelenjar-kelenjar (minyak dan keringat). Lapisan dermis terdiri dari dua lapisan yaitu *reticular layers* dan *papillary layers*. *Reticular layers* terbentuk dari jaringan ikat yang kuat yang mengandung kolagen dan jaringan elastin sedangkan *papillary layers* mengandung saraf dan pembuluh kapiler yang berfungsi menutrisi epidermis (McLafferty dkk., 2012).

#### c. Lapisan subkutan

Lapisan subkutan merupakan lapisan ketiga atau lapisan yang langsung berada dibawah lapisan dermis. Lapisan ini bersifat elastis dan tersusun atas beberapa sel adiposa yang berikatan interkoneksi dengan serat kolagen sebagai penghubung dengan lapisan dermis. Lapisan subkutan memiliki ketebalan yaitu 4-9 mm (Igarashi dkk., 2005).

### 2.2.2 Fungsi Kulit

#### a. Sebagai proteksi atau pelindung tubuh

Terdapat serat elastis pada lapisan dermis dan jaringan lemak subkutan yang bertindak untuk mencegah gangguan mekanis dari luar yang bisa saja diteruskan secara langsung ke dalam bagian tubuh. Selain itu permukaan kulit memiliki pH rendah (asam lemah) yang berfungsi untuk melindungi kulit terhadap bahan kimia yang beracun. Asam lemak tak jenuh (lipid) pada kulit bersifat bakterisida yang dapat mencegah pertumbuhan bakteri pada kulit. Lapisan *stratum corneum* dan lapisan lipid menahan penyerapan air dari luar dan menahan keluarnya cairan dari dalam tubuh sehingga dapat menyeimbangkan cairan elektrolit dalam tubuh. Pigmen melanin pada

kulit juga dapat menyerap dan melindungi tubuh dari bahaya sinar UV. *Stratum corneum*, keratohialin, dan granul memiliki fungsi sebagai penghambur sinar UV yang bisa membahayakan tubuh (Mitsui, 1997).

b. Pengatur suhu tubuh (Termoregulasi)

Reseptor pada kulit dapat mengontrol suhu dan mentransfer impuls ke mekanisme saraf pusat pada hipotalamus. Mekanisme termoregulasi yang terjadi pada kulit diantaranya insulasi, berkeringat, dan kontrol aliran darah. Jaringan adiposa subkutan yang terletak dibawah dermis dapat menginsulasi tubuh. Kelenjar ekkrin didorong untuk memproduksi keringat ketika suhu tubuh naik diatas 37°C. Keringat yang dihasilkan akan mendinginkan tubuh melalui proses penguapan (McLafferty dkk., 2012).

c. Fungsi sensorik/penerima rangsang

Kulit dapat bereaksi terhadap rangsangan dari luar seperti panas, dingin, nyeri, sentuhan dan tekanan. Hal ini disebabkan karena kulit memiliki satu juta serabut saraf yang sebagian besar terletak pada wajah dan ekstremitas (tangan dan kaki) (McLafferty dkk., 2012).

d. Sintesis Vitamin D

Vitamin D disintesis oleh kulit sebagai akibat dari pemaparan dibawah sinar UV. Vitamin D dibutuhkan untuk mengontrol jumlah kalsium dan fosfor yang diserap melalui usus kecil dan diteruskan menuju tulang (McLafferty dkk., 2012).

e. Absorpsi

Berbagai zat terutama zat-zat yang larut lemak (lipofil) dapat diserap oleh kulit ke dalam tubuh melalui dua jalur yaitu melalui epidermis dan kelenjar sebaceous dari folikel rambut. Senyawa yang larut air tidak mudah diserap oleh kulit karena adanya pembatas kulit yang terbentuk dari lapisan tanduk. Kemampuan senyawa dapat diserap dipengaruhi oleh kelarutan dalam lemak, umur individu, suhu kulit,



ketersediaan darah pada kulit, dan kelembapan kulit yang berperan dalam penyerapan transdermal (Mitsui, 1997).

## 2.3 Tabir Surya

### 2.3.1 Tinjauan Sediaan Tabir Surya

Sediaan tabir surya adalah suatu sediaan yang mengandung bahan pelindung kulit terhadap sinar matahari sehingga sinar UV tidak dapat menembus kulit (mencegah gangguan kulit karena radiasi sinar). Tabir surya dapat melindungi kulit dengan menyebarkan atau menyerap energi sinar matahari yang mengenai kulit, sehingga energi radiasi tersebut tidak mengenai kulit (Pratama & Zulkarnain, 2015).

Tabir surya (*sunscreen*) digunakan untuk melindungi kulit dari efek berbahaya sinar matahari. Berfungsi untuk mencegah kulit terbakar (*sunburn*) dan penuaan dini misalnya keriput, kulit kasar). Tabir surya juga membantu untuk mengurangi resiko terjadinya kanker pada kulit dan kulit terbakar sinar matahari yang disebabkan oleh beberapa obat (misalnya tetrasiklin, obat sulfa, fenotiazin seperti chlorpromazine) (Rowe dkk., 2009).

Secara natural, kulit melindungi organ dibawahnya dari bahaya sinar UV dengan membentuk butiran pigmen (melanin) yang dapat memantulkan kembali sinar matahari. Jika kulit terpapar sinar matahari, maka akan timbul dua tipe reaksi melanin, yaitu diantaranya penambahan melanin secara cepat ke permukaan kulit dan pembentukan tambahan melanin baru. Apabila terjadi pembentukan tambahan melanin secara berlebihan dan terus menerus, dapat menyebabkan noda hitam pada kulit (Jones dan Elizabeth, 2000).

Bahan-bahan kimia tabir surya yang ideal harus memiliki sifat sebagai berikut (Jones dan Elizabeth, 2000):

- Memiliki penyerapan panjang gelombang yang kuat dan luas pada area spektrum UV yang tidak dipengaruhi oleh pelarut.

- Tidak bersifat toksik dan tidak fototoksik (dapat meningkatkan kepekaan kulit terhadap sinar UV).
- Memiliki sifat fotostabil pada saat pemaparan dibawah sinar UV dengan waktu yang diharapkan.
- Untuk kosmetik tidak menyerap sinar pada daerah tampak.
- Memiliki sistem perlindungan yang baik terhadap sinar UV.

Berdasarkan mekanisme aksinya, tabir surya dibedakan menjadi dua yaitu tabir surya pengeblok fisik dan tabir surya penyerap kimiawi. Tabir surya pengeblok fisik mengandung senyawa anorganik yang berfungsi memantulkan atau menyebarkan sinar UV sedangkan tabir surya penyerap kimiawi berfungsi menyerap radiasi sinar UV dan diubah menjadi energi panas (Rai dan Srinivas, 2007). Bahan-bahan yang termasuk tabir surya pengeblok fisik dan penyerap kimiawi dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Bahan Tabir Surya (Rai dan Srinivas, 2007)

<b>Chemical Absorber</b>	
UV-A	UV-B
<i>Oxybenzone</i>	<i>PABA</i>
<i>Sulisobenzone</i>	<i>p-Amyl dimethyl PABA</i>
<i>Dioxybenzone</i>	<i>2-Ethoxymethyl-p-Methoxydinnamate</i>
<i>Methyl anthranilate</i>	<i>Digalloyl trioleate</i>
<i>Avobenzone</i>	<i>Ethyl 4-bishydroxypropyl Aminobenzoate</i>
<i>Teraphatylidine dichamphor Sulfonic acid</i>	<i>2-Ethoxyethyl p-methoxy Cinnamate</i>
<i>Bisethylhexyloxyphenol</i>	<i>2-Ethyl hexyl salicylate</i>
<i>Methoxyphenyl triazena</i>	<i>Dihydroxyacetone</i>
	<i>Octyl dimethyl PABA</i>
	<i>2-Phenylbenzimidazole-6-sulfonic Acid</i>
	<i>Triethanolamine salicylate</i>
<b>Physical Blocker</b>	
<i>Titanium dioxide</i>	
<i>Zinc oxide</i>	
<i>Magnesium oxide</i>	
<i>Red petrolatum</i>	

### 2.3.2 Efektivitas Sediaan Tabir Surya

Efektivitas suatu sediaan tabir surya dapat dilihat dengan nilai SPF (*Sun Protection Factor*), persentase transmisi eritema (% TE), dan persentase transmisi pigmentasi (%TP) (Soeratri dkk., 2005). SPF merupakan nilai dari perbandingan MED (Minimal Erythema Dose) pada kulit yang diberikan perlindungan tabir surya dengan MED pada kulit yang tidak diberikan perlindungan (Walters, 1997). Dimana MED merupakan nilai yang menunjukkan jumlah sinar UV yang menimbulkan sensitivitas akut suatu individu seperti kemerahan ketika terpapar sinar UV (Mitsui, 1997).

### 2.3.3 Evaluasi Efektivitas Sediaan Tabir Surya

#### a. Evaluasi SPF (*Sun Protection Factor*)

SPF secara *in vitro* dapat ditentukan dengan dua metode yaitu mengukur transmisi radiasi sinar UV melalui lapisan sediaan tabir surya menggunakan plat biomembran atau menentukan karakteristik serapan sediaan tabir surya menggunakan analisis spektrofotometri dari larutan hasil pengenceran sediaan tabir surya yang diamati (Dutra dkk., 2004). Penentuan nilai SPF dengan metode analisis spektrofotometri didapatkan dari menghitung area dibawah kurva (AUC) menggunakan kurva nilai absorbansi (A) terhadap panjang gelombang yang diperoleh dari hasil pengamatan nilai absorbansi.

Radiasi yang memiliki panjang gelombang di bawah 290 nm dapat disaring oleh lapisan ozon sehingga panjang gelombang yang digunakan sebagai  $\lambda_1$  adalah 290 nm, sedangkan  $\lambda_2$  adalah panjang gelombang diatas 290 nm yang memiliki nilai absorbansi sebesar 0,05 (Petro, 1981).

#### b. % Transmisi Eritema dan % Transmisi Pigmentasi

Nilai % transmisi eritema dan % transmisi pigmentasi dapat ditentukan menggunakan metode analisis spektrofotometri dengan mengukur intensitas sinar yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada rentang panjang gelombang eritema



atau pigmentasi. Transmisi Eritema (TE) dihitung dengan cara mengukur serapan pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm, sedangkan Transmisi Pigmentasi (TP) dihitung dengan cara mengukur serapan pada panjang gelombang 322,5-372,5 nm menggunakan interval masing-masing 5 nm. Nilai transmisi eritema atau pigmentasi ditentukan dengan mengalikan nilai transmisi (T) dengan fluks eritema (Fe)/pigmentasi (Fp) pada masing-masing panjang gelombangnya. Terdapat beberapa kategori dalam klasifikasi sediaan tabir surya dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kategori Perlindungan Berdasarkan Nilai %TE dan %TP (Abdassah dkk., 2015)

Kategori	Rentang transmisi ultraviolet	
	Eritema	Pigmentasi
<i>Sunblock</i>	0-1 %	3-40 %
<i>Ultra protection</i>	1-6 %	42-86%
<i>Suntan</i>	6-12 %	45-86 %
<i>Fast tanning</i>	10-18 %	45-86 %

#### 2.4 Lotion

*Lotion* merupakan sediaan cair berupa suspensi atau dispersi, ditujukan sebagai obat topikal. Dapat berbentuk suspensi zat padat dalam bentuk serbuk halus dengan bahan pensuspensi yang sesuai atau emulsi tipe minyak dalam air dengan surfaktan yang sesuai (Depkes RI, 1979).

*Lotion* berfungsi untuk mempertahankan kelembaban kulit, melembutkan dan membersihkan, serta mencegah hilangnya air. Penggunaan *lotion* digunakan sebagai pelindung atau untuk obat karena sifat bahan-bahannya. Kecairannya memungkinkan pemakaian yang merata dan cepat pada permukaan kulit yang luas. *Lotion* idealnya segera kering pada kulit setelah penggunaan dan meninggalkan lapisan tipis dari komponen obat pada permukaan kulit (Ansel, 2011). Formulasi sediaan tabir surya dalam bentuk *lotion* sering digunakan karena lebih efektif sebagai tabir surya (Zulkarnain, 2013).

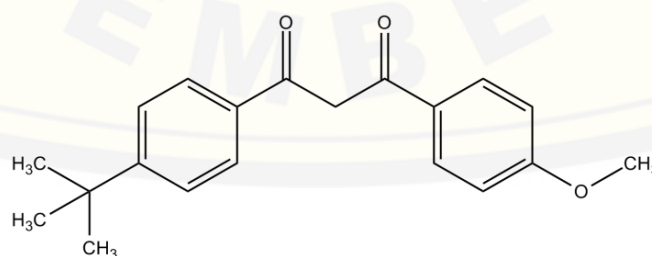
*Lotion* adalah jenis kosmetik tipe emulsi minyak dalam air (O/W) yang digunakan untuk membuat kulit menjadi halus, segar dan bercahaya. Komponen *lotion* terdiri dari air, emolien, humektan, bahan pengental, pengawet dan pewangi (Mitsui, 1997). Syarat *lotion* (pelembab kulit) menurut SNI 16-4399-1996 antara lain tampilannya homogen, viskositas 20-50 dPas pada suhu 25°C (suhu ruangan), cemaran mikroba maksimal 100 koloni/gram, daya sebar 5-7 cm dan memiliki pH sesuai dengan pH kulit yaitu 4,5—8,0.

## 2.5 Tinjauan Bahan

### 2.5.1 Avobenson

Avobenson adalah substituen dari dibenzoil metan, salah satu tabir surya organik yang bekerja dengan menyerap radiasi sinar UV dan diaplikasikan secara topikal sebagai tabir surya. Avobenson cukup efektif dalam menyerap sinar UV-A walaupun pada konsentrasi rendah (Kyowa Hakko Europe GmbH, 2010). Dibenzoil metan mampu menyerap sinar UV-A dan dapat dikombinasikan dengan tabir surya lain yang menyerap sinar UV-B untuk mencegah terjadinya kerusakan kulit yang disebabkan oleh matahari (Sweetman, 2009).

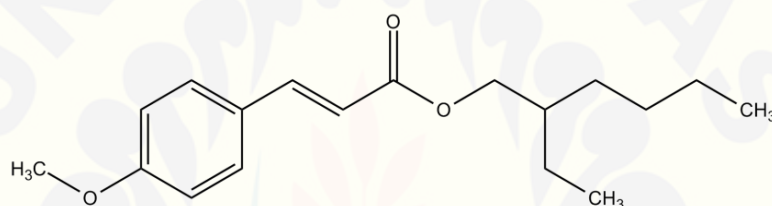
Berat molekul avobenson yaitu 310,4 yang memiliki rumus molekul  $C_{20}H_{22}O_3$ . Avobenson adalah serbuk kristal, berwarna putih kekuningan, berbau aromatik, larut dalam metanol panas dan aseton serta tidak larut dalam air. Konsentrasi avobenson yang diizinkan penggunaannya dalam tabir surya yaitu 2-3% (FDA Monograph, 1999). Struktur avobenson ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur Avobenson (Sweetmann, 2009)

### 2.5.2 Oktil Metoksisinamat

Oktil metoksisinamat memiliki rumus molekul  $C_{18}H_{26}O_3$  dengan berat molekul 290. Senyawa ini adalah turunan sinamat yang digunakan secara topikal sebagai tabir surya dengan pemerian minyak berwarna kuning pucat dan tidak larut dalam air. Oktil metoksisinamat efektif dapat menyerap sinar UV-B (spesifik pada panjang gelombang 280-310 nm) namun tidak menyerap sinar UV-A sehingga tidak dapat mencegah reaksi fotosensitifitas lain yang terkait dengan sinar UV-A (Sweetman, 2009). Konsentrasi penggunaan yang diperbolehkan oleh FDA (1999) yaitu 7,5%. Struktur oktil metoksisinamat ditunjukkan dalam gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Oktil Metoksisinamat (Sweetmann, 2009)

### 2.5.3 Zink Oksida

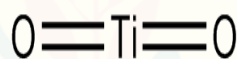
Zink oksida mempunyai rumus molekul  $ZnO$  dan berat molekul sebesar 81,38 berupa serbuk sangat halus, amorf, berwarna putih atau putih kekuningan, tidak berbau, praktis tidak larut dalam air dan alkohol, larut dalam asam encer (Depkes RI, 1995).  $ZnO$  memiliki warna yang tidak terlalu putih jika dibandingkan dengan  $TiO_2$ , hal tersebut dikarenakan  $ZnO$  memiliki indeks bias lebih rendah daripada  $TiO_2$  sehingga tidak bermasalah pada kulit (Barel dkk, 2009). Batas penggunaan  $ZnO$  yang diperbolehkan adalah 20% (Lim dan Draelos, 2009). Struktur Zink Oksida ditunjukkan dalam gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Zink Oksida (Sweetmann, 2009)

#### 2.5.4 Titanium Dioksida

Titanium dioksida berupa serbuk putih, amorf, tidak berbau, tidak berasa, serbuk non higroskopis dan sangat stabil pada temperatur tinggi. Titanium dioksida praktis tidak larut dalam larutan asam sulfat, asam klorida, asam nitrat, pelarut organik dan air. Larut dalam asam hidrofluorat dan asam sulfat pekat (Rowe dkk, 2009). Titanium dioksida atau  $\text{TiO}_2$  merupakan tabir surya yang aman, efektif dan memiliki spektrum yang luas. Titanium dioksida bekerja secara fisik dengan memantulkan sinar UV. Selain mampu memantulkan sinar UV, Titanium dioksida mempunyai sifat menyerap minyak. Senyawa ini mempunyai fotostabilitas yang tinggi dan tingkat toksisitas yang rendah (Hernandez, 2006). Batas Penggunaan Titanium dioksida yang diperbolehkan adalah 25% (Lim dan Draelos, 2009). Berdasarkan penelitian, produk tabir surya yang mengandung senyawa Titanium dioksida lebih stabil terhadap cahaya (Gonzalez dkk, 2007). Struktur Titanium Dioksida ditunjukkan dalam gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur Titanium Dioksida (Sweetmann, 2009)

### 2.6 Desain Faktorial

Desain faktorial adalah aplikasi persamaan regresi yaitu teknik yang memberikan model hubungan antara variabel respon dengan satu atau lebih variabel bebas. Metode ini menggunakan aras penelitian dari aras rendah dan aras tinggi dimana respon dari sampel diukur dengan secara kuantitatif sehingga dapat diketahui bermakna tidaknya pengaruh faktor dan interaksi antar faktor (Bolton, 1997).

Dengan desain faktorial dapat diketahui faktor yang dominan berpengaruh secara bermakna terhadap respon. Adanya interaksi juga dapat diketahui dari faktor-faktor tersebut. Adanya interaksi dapat dilihat pada grafik hubungan antara respon dan faktor. Jika kurva menunjukkan garis sejajar maka dapat dikatakan bahwa tidak terjadi interaksi dan jika kurva tidak sejajar maka terjadi interaksi antar faktor dalam menentukan respon (Bolton, 1997).

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang akan dilaksanakan yaitu jenis penelitian eksperimental laboratorik dengan metode Desain Faktorial. Tahapan penelitian meliputi: 1. Pembuatan sediaan *lotion* tabir surya; 2. Pengujian sifat fisikokimia sediaan *lotion* tabir surya meliputi pengujian organoleptis, pH, viskositas, dan daya sebar; 3. Pengujian efektivitas *in vitro* sediaan *lotion* tabir surya meliputi penentuan nilai SPF *in vitro*, % transmisi eritema dan % transmisi pigmentasi menggunakan spektrofotometri UV-Vis; 4. Analisis data dan penentuan formula optimum.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat

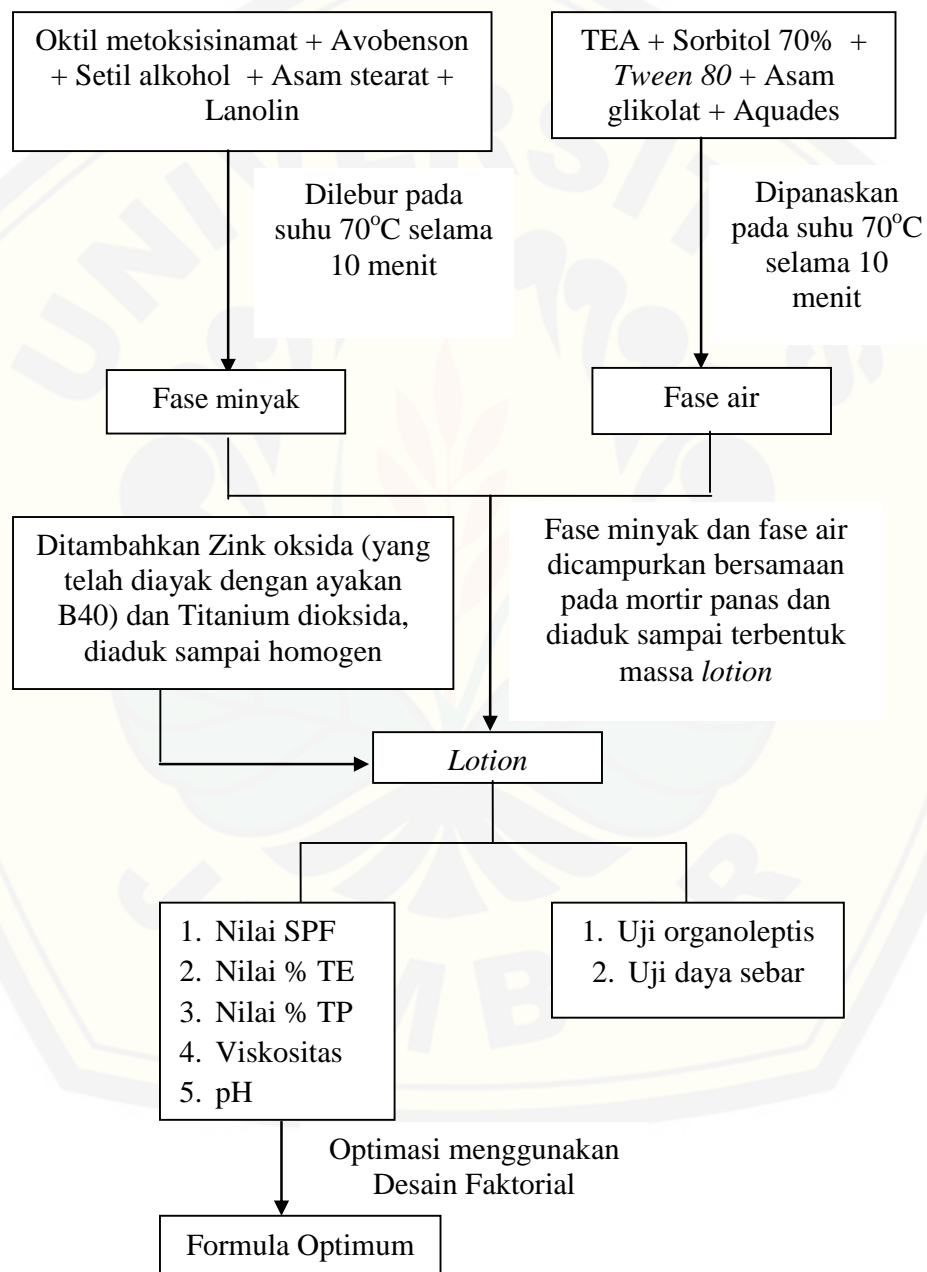
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (*Genesys 10S*), neraca analitik (*Adventure Ohaus*), pH meter digital (*Elmetron CP-502*), alat penguji viskositas (*Viscotester VT 04*), *Hotplate*, mortir dan stamper, ekstensometer, alat-alat gelas, dan program (*software*) *design expert trial version 10.0.1* sebagai pengolah data.

#### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Avobenson (Thornhill), Oktil Metoksisinamat (Chemspec Chemical Pvt. LTD), Titanium Dioksida (Huntsman, Italy), Zink Oksida (CV. Tristar), Asam Stearat (PT. Bratachem), Setil Alkohol (PT. Bratachem), Sorbitol 70% (PT. Bratachem), Trietanolamin (PT. Bratachem), *Tween 80* (PT. Bratachem), Asam Glikolat (CABB GmbH), Lanolin (PT. Brataco Chemical), Isopropanol (PT. Bratachem), Aquades (PT. Aneka Kimia).

### 3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Bagian Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu penelitian pada bulan Maret 2017- selesai. Skema dan langkah kerja dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema Langkah Kerja



### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Rancangan Formula Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Optimasi pada penelitian ini menggunakan metode desain faktorial. Penelitian ini akan dibuat empat macam formula sediaan *lotion* tabir surya yaitu formula (1), formula (a), formula (b), dan formula (ab). Tiap formula mengandung bahan aktif Avobenson dan Oktil metoksisinamat dengan masing-masing konsentrasi 3% & 4% (Scalia dan Mezzena, 2010). Penambahan Zink oksida dan Titanium dioksida sebagai pengeblok fisik dengan masing-masing konsentrasi aras rendah 0,5% dan aras tinggi 2% dari hasil orientasi. Adapun rancangan formula sediaan *lotion* tabir surya dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Rancangan Formula (Hasanah, 2016)

Bahan	Fungsi	Jumlah (%)			
		F(1)	F(a)	F(b)	F(Ab)
Avobenson	Anti UV-A	3	3	3	3
Oktil					
Metoksisinamat	Anti UV-B	4	4	4	4
Zink Oksida	Pengeblok fisik	0,5	2	0,5	2
Titanium Dioksida	Pengeblok fisik	0,5	0,5	2	2
Asam Stearat	<i>Emulsifying agent</i>	2	2	2	2
TEA	<i>Emulsifying agent</i>	2	2	2	2
Lanolin	<i>Emulsifying agent</i>	1,5	1,5	1,5	1,5
Setil Alkohol	<i>Stiffening agent</i>	3	3	3	3
Sorbitol 70%	Humektan	3	3	3	3
<i>Tween 80</i>	<i>Emulsifying agent</i>	3,5	3,5	3,5	3,5
Asam Glikolat	<i>Acidifying agent</i>	3	3	3	3
Aquades	Pembawa	74	72,5	72,5	71
Total		100 g			

Rancangan percobaan umum berdasarkan desain faktorial dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Aras faktor berdasarkan metode optimasi desain faktorial tertera pada Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Desain Faktorial

Percobaan	Faktor A (ZnO)	Faktor B (TiO <sub>2</sub> )	Interaksi A & B
(1)	-1	-1	+1
A	+1	-1	-1
B	-1	+1	-1
AB	+1	+1	+1

Tabel 3.3 Susunan Aras Faktor Berdasarkan Metode Optimasi Desain Faktorial

Faktor	Aras rendah (-1)	Aras tinggi (+1)
ZnO	0,5%	2%
TiO <sub>2</sub>	0,5%	2%

#### 3.4.2 Pembuatan Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Fase minyak (Avobenson, Oktil metoksisinamat, Setil alkohol, Asam stearat, Lanolin) dilebur terlebih dahulu pada suhu 70°C diatas *hotplate*. Fase air (TEA, Sorbitol 70%, *Tween 80*, Asam glikolat, Aquades) dipanaskan pada suhu 70°C diatas *hotplate*. Setelah itu fase minyak dan fase air dimasukkan secara bersamaan ke dalam mortir panas lalu terus diaduk dengan konstan sampai terbentuk massa *lotion*. *Lotion* didinginkan dan ditambahkan Zink osida dan Titanium dioksida sambil terus diaduk sampai homogen.

Variabel dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas : Konsentrasi Zink oksida dan Titanium dioksida
2. Variabel Terikat : Sifat fisikokimia (pH dan viskositas), nilai SPF, nilai % transmisi eritema dan nilai % transmisi pigmentasi sediaan *lotion* tabir surya
3. Variabel terkendali: Konsentrasi Avobenson, Oktil metoksisinamat, Setil alkohol, Asam stearat, Lanolin, TEA, *Tween 80*, Asam glikolat, Sorbitol 70%, suhu peleburan, pemanasan dan pencampuran.



### 3.4.3. Evaluasi Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Evaluasi sediaan *lotion* tabir surya meliputi evaluasi sifat fisikokimia dan efektivitas *in vitro*. Evaluasi sifat fisikokimia terdiri dari uji organoleptis, pH, viskositas, dan daya sebar. Pengujian efektivitas *in vitro* terdiri dari penentuan nilai SPF *in vitro*, %TE, dan %TP.

a. Pengujian sifat fisikokimia sediaan *lotion* tabir surya meliputi:

#### 1) Pengujian Organoleptis

Pengujian organoleptis sediaan *lotion* tabir surya dilakukan dengan mengamati secara visual warna, tekstur, bentuk dan bau sediaan. Sediaan yang diharapkan berupa konsistensi *lotion* yang mudah menyebar, berwarna putih, bertekstur lembut, dan bau tidak menyengat.

#### 2) Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas sediaan *lotion* tabir surya dilakukan menggunakan alat viskotester (VT-04). Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan sediaan ke dalam gelas beker, lalu memasang spindel yang sesuai dan memastikan bahwa spindel terendam ke dalam *lotion* yang telah dibuat. Menjalankan alat viskotester dan dipastikan bahwa spindel dapat berputar. Diamati jarum penunjuk pada alat viskotester, ketika jarum menunjukkan kearah yang konstan, maka angka tersebut merupakan viskositasnya dan dicatat dalam satuan dPa.s (Zulkarnain dkk., 2013). *Lotion* yang baik memiliki viskositas dengan rentang yaitu 20-60 dPa.s (Shintaningsih, 2007).

#### 3) Pengujian pH

Pengujian pH sediaan *lotion* tabir surya dilakukan menggunakan pH meter digital (*Elmetron CP-502*) yang telah dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan *buffer* pH 4, pH 7, dan pH 10. Pengukuran dilakukan secara langsung dengan mencelupkan sensor pH ke dalam sediaan uji, lalu ditunggu sampai angka yang muncul pada layar konstan (Setiawan, 2010). pH *lotion* sebaiknya memiliki pH yang

sesuai dengan pH kulit yaitu 4,5-6,5 karena jika memiliki pH yang terlalu basa akan menyebabkan kulit bersisik dan jika terlalu asam maka dapat menimbulkan iritasi pada kulit (Febriani dkk., 2016; Setiawan, 2010).

#### 4) Pengujian Daya Sebar

Sediaan ditimbang sebanyak 0,5 gram diletakkan di tengah kaca bulat berskala. Di atas sediaan diletakkan lagi kaca bulat lain lalu ditambah beban seberat 5 gram (tiap tahap) didiamkan selama 1 menit lalu dicatat penyebarannya. Pemberat ditambahkan secara bertahap hingga sebaran sediaan konstan. Penyebaran dicatat melalui 4 sisi (Zulkarnain, 2013). *Lotion* memiliki konsistensi yang lebih encer dari sediaan semisolid krim, sehingga daya sebar *lotion* lebih besar. Kriteria daya sebar berkisar antara 7-16 cm (Shintaningsih, 2007).

#### b. Penentuan Nilai SPF *In Vitro*

Nilai SPF secara *in vitro* dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan pelarut dan blanko isopropanol. Langkah kerja penentuan nilai SPF *in vitro* sediaan *lotion* tabir surya adalah sebagai berikut:

- Ditimbang sediaan *lotion* sebesar 28,5 mg sehingga mengandung 2 mg bahan aktif tabir surya (Avobenson dan Oktil metoksisinamat).
- Dimasukkan sediaan *lotion* yang telah ditimbang dalam labu ukur 10 ml lalu ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok hingga homogen (Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm).
- Dipipet 1 ml larutan A (konsentrasi 200 ppm), dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, dan ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok hingga homogen sehingga didapatkan larutan B dengan konsentrasi 20 ppm.
- Diamati larutan B pada panjang gelombang 290-400 nm dengan spektrofotometer UV-Vis hingga didapatkan nilai serapan yang lebih besar atau sama dengan 0,05, rentang pengamatan (interval) 1 nm.

Nilai serapan yang didapatkan dari pengamatan diatas kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai SPF sediaan *lotion* tabir surya. Larutan dalam kuvet yang akan diukur serapannya harus mengandung bahan aktif yang ekivalen dengan 0,001% atau 0,01 g/L yang artinya 10 mg/L atau 10 ppm (Petro, 1981). Hasil pengamatan nilai serapan yang didapatkan diubah menjadi nilai serapan untuk konsentrasi 20 ppm pada masing-masing panjang gelombang. Luas daerah di bawah kurva pada panjang gelombang terkecil dan terbesar dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$[AUC]_{\lambda_p - \alpha}^{\lambda_p} = A_{p-a} + A_p / 2 \times (\lambda_p - \lambda_{p-a}) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- AUC = luas daerah di bawah kurva serapan
- $A_p$  = serapan pada panjang gelombang diatas 290 nm
- $A_{p-a}$  = serapan pada panjang gelombang 290 nm

Keseluruhan luas daerah di bawah kurva didapatkan dengan cara menjumlahkan tiap luas daerah antara dua panjang gelombang yang berurutan, dari panjang gelombang 290 nm sampai diatas panjang gelombang 290 nm yang memberikan nilai serapan lebih dari atau sama dengan 0,05. Perhitungan nilai SPF dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log SPF} = \frac{AUC}{\lambda_n - \lambda_1} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan

$\lambda_n - \lambda_1$  = interval aktivitas eritemogenik

Nilai SPF sediaan tabir surya terbagi menjadi beberapa bagian menurut Harry (1982), yaitu:

1. *Minimal Sun Protection Product*: nilai SPF 2-3, melindungi minimal dari *sunburn* dan dapat menyebabkan *tanning*.

2. *Moderate Sun Protection Product*: nilai SPF 4-5, melindungi sedang dari *sunburn* dan dapat menyebabkan *tanning*.
3. *Extra Sun Protection Product*: nilai SPF 6-7, melindungi *extra* dari *sunburn* dan menyebabkan *tanning* yang terbatas.
4. *Maximal Sun Protection Product*: nilai SPF 8-15, melindungi maksimal dari *sunburn* dan sedikit atau tidak menyebabkan *tanning*.
5. *Ultra Sun Protection Product*: nilai SPF lebih dari 15, melindungi paling tinggi dari *sunburn* dan tidak menyebabkan *tanning*.

#### c. Penentuan Nilai % Transmisi Eritema

Nilai % transmisi eritema dapat ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Langkah kerja dalam menentukan nilai % transmisi eritema *lotion* tabir surya adalah sebagai berikut :

- Ditimbang sebanyak 28,5 gram *lotion* yang setara dengan bahan aktif 2 mg *lotion* tabir surya.
- Ditambahkan isopropanol dalam labu ukur 10 ml sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen sehingga didapatkan larutan A dengan konsentrasi 200 ppm.
- Dipipet 1 ml larutan A (konsentrasi 200 ppm), dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, dan ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok hingga homogen sehingga didapatkan larutan B dengan konsentrasi 20 ppm.
- Larutan B diamati pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang pengamatan yaitu 5 nm. Nilai serapan yang didapatkan diubah menjadi nilai serapan dengan konsentrasi 1 g/L.

Nilai serapan yang didapatkan selanjutnya dikonversikan menjadi nilai transmisi menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = -\log T \dots\dots\dots(3)$$

Nilai transmisi eritema pada panjang gelombang 292,5 nm-337,5 nm didapatkan dengan mengkalikan nilai transmittan dengan tetapan fluks eritema (fe) dengan menggunakan rumus (Cumpelik, 1972) sebagai berikut :

$$\% \text{ Transmisi eritema} = \frac{\Sigma T.Fe}{\Sigma Fe} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

T = nilai persen transmisi

Fe = tetapan fluks eritema

$\Sigma Fe$  = jumlah total fluks eritema sinar matahari

$\Sigma(T.Fe)$  = jumlah fluks eritema yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm.

d. Penentuan Nilai % Transmisi Pigmentasi

Nilai % transmisi pigmentasi dapat ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Tahapan penentuan nilai % transmisi pigmentasi sama dengan penentuan % transmisi eritema. Nilai % transmisi pigmentasi didapatkan dari hasil mengkalikan nilai transmisi (T) dengan faktor fluks pigmentasi (Fp) pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Cumpelik, 1972) :

$$\% \text{ Transmisi pigmentasi} = \frac{\Sigma T.Fp}{\Sigma Fp} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

T = nilai persen transmisi

Fp = tetapan fluks pigmentasi

$\Sigma Fp$  = jumlah total fluks pigmentasi sinar matahari

$\Sigma(T.Fp)$ = jumlah fluks pigmentasi yang diteruskan oleh bahan tabir surya pada panjang gelombang 332,5-372,5.



### 3.5 Analisis Data

Data hasil pengamatan yang didapatkan digunakan untuk masing-masing respon sehingga dapat melengkapi persamaan umum  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2$ . Dari persamaan tersebut didapatkan hubungan antara faktor (konsentrasi) dan respon pH, viskositas, nilai SPF, % transmisi eritema dan % transmisi pigmentasi *lotion* tabir surya.

Nilai koefisien  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ , dan  $b_{12}$  dapat dihitung menggunakan persamaan  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2$  (Bolton, 1997). Hasil perhitungan yang didapatkan dari persamaan tersebut dapat dibuat *contour plot* antara nilai SPF, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi. *Contour plot* dibuat dengan menggunakan program *design expert trial version 10.0.1* sehingga dapat mengetahui efek faktor terhadap respon serta efek interaksi faktor terhadap respon.

*Contour plot* yang didapatkan kemudian digabungkan menjadi *Overlay plot* untuk mengetahui komposisi optimum interaksi antara Zink Oksida dan Titanium Dioksida yang digunakan sebagai bahan aktif tabir surya pengeblok fisik pada sediaan *lotion* tabir surya kombinasi Avobenson dan Oktil metoksisinamat. Besarnya efek tiap faktor dan interaksinya juga bisa didapatkan menggunakan metode tersebut.

Tabel 3.4 Kriteria dari Evaluasi Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Uji	Persyaratan
Daya Sebar	7-16 cm
pH	4,5-6,5
Viskositas	20-60 dPas.
SPF	6-30
% Transmisi Eritema	0-1%
% Transmisi Pigmentasi	3-40%



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan Zink oksida, Titanium dioksida, dan interaksi keduanya memiliki efek dapat meningkatkan pH secara signifikan; penambahan Titanium dioksida memiliki efek dapat meningkatkan viskositas secara signifikan sediaan *lotion* tabir surya dengan bahan aktif kombinasi oktil metoksisinamat dan avobenson.
2. Penambahan Zink oksida dan interaksi keduanya memberikan efek dapat meningkatkan nilai SPF secara signifikan; penambahan Zink oksida memberikan efek dapat menurunkan nilai % transmisi eritema secara signifikan; dan penambahan Zink oksida dan interaksi keduanya memberikan efek dapat menurunkan nilai % transmisi pigmentasi secara signifikan; penambahan Titanium dioksida memberikan efek dapat meningkatkan nilai % transmisi pigmentasi secara signifikan sediaan *lotion* tabir surya dengan bahan aktif kombinasi oktil metoksisinamat dan avobenson.
3. Komposisi optimum Zink oksida dan Titanium dioksida yang digunakan yaitu 2% dan 1,880% berdasarkan prediksi desain faktorial.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, saran yang diberikan untuk peneliti selanjutnya adalah:

1. Perlu dilakukan pengujian efektivitas, stabilitas, serta iritasi sediaan tabir surya kombinasi avobenson dan oktil metoksisinamat secara *in vivo* untuk mengetahui efek yang ditimbulkan jika digunakan pada kulit seperti dapat menyebabkan iritasi pada kulit.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdassah, M., R. Aryani, E. Surachman, dan M. Muchtaridi. 2015. In-Vitro Assesment of Effectiveness and Photostability Avobenzone In Cream Formulation by Combinasion Ethyl Asorbic Acid and Alpha Tocopherol Acetate. *J App Pharm Sci.* 5(06):70-74.
- Angraini, T.D., J. Djajadisastra, dan Hayun. 2013. Uji Stabilitas Fisik Dan Penentuan Nilai Spf Secara In Vitro Dari Krim Tabir Surya Yang Mengandung Butil Metoksidibenzoilmetan Dan Oktil Metoksisinamat Dengan Penambahan Titanium Dioksida. *Skripsi.* Jakarta: Fakultas Farmasi Universitas Indonesia
- Ansel, H.C. 2005. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi.* Jakarta: Universitas Indonesia.
- Allen L.V., N.G. Popovich, dan H.C. Ansel. 2011. *Ansel's Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems. Ninth Edition.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Barel, A.O., M. Paye, dan H.I. Maibach. 2009. *Handbook of Cosmetic Science and Technology Third Edition.* New York: Taylor and Francis Group.
- Bolton, S. 1997. *Pharmaceutical Statistic Practical and Clinical Application, 3<sup>rd</sup> Edition.* Vol. 135: 326-353, 591-601. New York : Marcel Dekker Inc.
- Cumpelik, B.M. 1972. Analitical Procedures and Evaluation Of Sunscreen. *J. Soc. Cosmet. Chem.* Vol. 2:333-345.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979. *Farmakope Indonesia ed III.* Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Farmakope Indonesia ed IV.* Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dutra, E.A., D.A.G.C Oliveira., H.E.R.M. Kedor, dan M.I.R.M. Santoro. 2004. Determination of Sun Protection Factor (SPF) of Sunscreen by Ultraviolet Spectroscopy. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences.* Vol. 40:3.
- Draelos, Z.D dan L.A. Thaman. 2006. *Cosmetics Formulation of Skin Care Products.* Vol.30. New York: Taylor & Francis.

- FDA Monograph. 1999. *FDA Sunscreen Monograph*. Federal Register Vol 64: 27666-27693.
- Febriani, A., B. Elya, dan M. Jufri. 2016. Uji Akvitas dan Keamanan *Hair Tonic* Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) Pada Pertumbuhan Rambut Kelinci. *Jurnal Farmasi Indonesia*. Vol 8 (1): 259-270.
- Gonzalez, H., N.T. Wahlberg., B. Stromdahl., A. Juzeniene., J. Moan., O. Larko, A. Rosen, dan A.M. Wennberg. 2007. Photostability of Commercial Sunscreens Upon Sun Exposure and Irradiation by Ultraviolet Lamps, *Biomed Central BMC Dermatology*, 7(1): 1-9.
- Gosfel, A.T. dan J.R. Wuest. 1981. Sunburn, Sunscreens and Photosensitivity. *American Pharmacy*, 21(5): 46-50.
- Hardiyanto dan S. Soedirman. 1981. Gangguan Kosmetik Karena Kelainan Pigmentasi Kulit, Berkala Ilmu Kedokteran, *Journal of the Medical Sciences*, Jilid XIII (4), 171-179.
- Harry, R.G. 1982. *Harry's Cosmeticology*. Seventh Edition. London: Leonard Hill Book.
- Hasanah, S.U. 2016. Pengaruh Vitamin C dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas *In Vitro Lotion* Tabir Surya *Octyl Methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*. *Skripsi*. Jember: Fakultas Farmasi Universitas Jember.
- Hernandez, J.R. dan C.C. Goymann. 2006. Sun Protection Enhancement of Titanium Dioxide Crystal by The Use of *Cannauba Wax Nanoparticles*: The Synergistic Interaction Between Organic and Inorganic Sunscreen at Nanoscale. *International Journal of Pharmaceutics*. Vol 322: 161-170.
- Igarashi, T., K. Nishino, dan S.K. Nayar. 2005. *The Appearance of Human Skin*. New York: Department of Computer Science Columbia University.
- Jones dan A. Elizabeth. 2000. *A Spectroscopic Study of Sunscreens*. Durham E-Theses, Durham University.
- Khan, M.A. 2014. Sun Protection Factor Determination Studies Of Sunscreen Formulations For Their Selection And Use In Cosmetics. *Journal of Pharmaceutical Biology*. Vol.4 (1): 9-11.

- Kolarsick, P.A.J., M.A. Kolarsick, dan C. Goodwin. 2001. Anatomy and Physiology of Skin. *Journal of the Dermatology Nurses Association*. Vol 3(4): 203-213.
- Kyowa Hakko Europe GmbH. 2010. *Butyl Methoxydibenzoilmethane*. Germany: Daichi Fine Chemical Division.
- Lim, H.W. dan Z.D. Draelos. 2009. *Clinical Guide to Sunscreens and Photoprotection*. New York: Informa Healthcare USA, Inc.
- McKinlay, A. F. dan B.L. Diffey. 1987. In Human Exposure to Ultraviolet Radiation: Risks and Regulations, ed. W. F. Passchier and B. F. M. Bosnjakovic. *Elsevier*.pp. 83-87.
- McLafferty E., dkk. 2012. The Integumentary System: Anatomy, Physiology, and Function of Skin. *Art and Science*. Vol. 27 (3).
- Mitsui, T. 1997. *New Cosmetics Science*. Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Parrish, J.A., K.F. Jaenicke, dan R.R. Anderson. 1982. Erythema and Melanogenesis Action Spectra of Normal Human Skin. *J. Photochem Photobiol*. Vol. 36: 187-191.
- Petro, A.J. 1981. Correlation Of Spectrofotometric Data With Sun Screen Protection Factor. *Int.J.Cosmet*. Vol.3:185-196.
- Pratama, W. A. dan A. K. Zulkarnain. 2015. Uji Spf *In vitro* dan Sifat Fisik Beberapa Produk Tabir Surya yang Beredar di Pasaran. *Majalah Farmasetik*. Vol. 11(3).
- Pubchem.ncbi.nlm.nih.gov. Diakses pada tanggal 11 Desember 2017 pukul 09:00.
- Rai, R. dan C.R. Srinivas. 2007. Photoprotection. *Indian J Dermatol Venerol Leprol*. Vol.73: 72-76.
- Rosita, N., T. Purwati, dan Agustin. 2010. Stabilitas Fisik Dan Efektivitas Sediaan Tabir Surya Kombinasi Oksibenson Dan Oktil Metoksisinamat Dengan Penambahan Asam Glikolat. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol. 7(2). ISSN: 1693-9883.
- Rowe, R.C., P.J. Sheskey, dan M.E. Quinn. 2009. *Pharmaceutical Excipients*, Ed.,

778-780, 481,675, London: Pharmaceutical Press.

Scalia, S. dan M. Mezzena. 2010. Photo Stabilization Effect of Quercetin on the UV Filter Combination, Butyl Methoxydibenzoylmethane – Octyl methoxycinnamate. *J. Photochemical & Photobiological*. Vol. 2:273.

Setiawan, T. 2010. Uji Stabilitas dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camelia sinensis L.*) Oktil metoksisinamat dan Titanium Dioksida. Jakarta: *Skripsi*. Universitas Indonesia.

Shaath, N.A. 2010. Ultraviolet Filters. *J. Photochemical & Photobiological Sciences*. Vol. 9:464.

Shintaningsih, L. 2007. Optimasi Komposisi Polysorbate 80 & Cetyl Alcohol Sebagai Emulsifying Agent dalam Lotion Virgin Coconut Oil dengan Aplikasi Desain Faktorial. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma.

Soeratri, I., N. Ifansyah, dan D. Fitrianingrum. 2005. Penentuan Stabilitas Sediaan Krim Tabir Surya dari Bahan Ekstrak Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga L.*) *Berk. Penel. Hayati*: Vol.10: 103-105.

Sweetmann, S.C. 2009. *Martindale*. Edisi 33. London: Pharmaceutical press.

Walters, C., A. Keeney., C. T. Wigal., C. R. Johnston, dan R. D. Cornelius. 1997. The Spectrophotometric Analysis and Modeling of Sunscreens. *Journal of Chemical Education*. Vol. 74(1): 99–101.

Wang, S.Q., M.S. Stanfield, dan U. Osterwalder. 2008. In Vitro Assessment of UV A Protection by Populer Sunscreen Available in the United States, *J Am Dermatol*59: 934-42.

Wardhani, L. P. 2006. Pengaruh ZnO Terhadap Efektivitas In Vitro Dan Aseptibilitas Sediaan Tabir Surya Kombinasi Oksibenson Dan Oktildimetil PABA (3:3% b/b) Dalam Basis Vanishing Cream. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.

Zulkarnain, A.K., M. Susanti, dan A.N. Lathifa. 2013. Stabilitas Fisik Sediaan *Lotion* O/W dan W/O Ekstrak Buah Mahkota Dewa sebagai Tabir Surya dan Uji Iritasi Primer pada Kelinci. *Trad.Med,J*. Vol.18 (3): 141-150. ISSN: 1410-5918.



LAMPIRAN

1. Hasil Pengujian Daya Sebar

1.1 Tabulasi hasil diameter penyebaran *lotion* pada pengujian daya sebar *lotion*

Formula (1)

Beban yang diberikan (g)	Daya Sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
0	7,5	7	7
5	8	7,5	7,5
10	8,5	7,75	7,75
15	8,75	8,75	8
20	9,5	9,5	8,5
25	9,9	9,75	8,75
30	10	10	9

1.2 Tabulasi hasil diameter penyebaran *lotion* pada pengujian daya sebar *lotion*

Formula (a)

Beban yang diberikan (g)	Daya Sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
0	6	6,5	7
5	6,25	6,75	7,75
10	6,5	7	8
15	6,75	7,5	8,25
20	7	7,75	8,5
25	7,25	8,25	8,75
30	7,5	8,5	9

1.3 Tabulasi hasil diameter penyebaran *lotion* pada pengujian daya sebar *lotion*

Formula (b)

Beban yang diberikan (g)	Daya Sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
0	5,5	5,75	5,5
5	6	6	6
10	6,25	6,5	6,4
15	6,5	6,8	6,8
20	6,75	7	7,1
25	7	7,2	7,3



1.4 Tabulasi hasil diameter penyebaran *lotion* pada pengujian daya sebar *lotion*

Formula (ab)

Beban yang diberikan (g)	Daya Sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
0	6,25	5,5	5,25
5	6,5	5,75	5,5
10	6,75	6	5,5
15	7	6,25	5,75
20	7,25	6,5	6
25	7,5	6,75	6,25
30	7,75	7	6,5

## 2. Hasil Pengujian Viskositas

Replikasi	Viskositas (dPa.s)			
	Formula (1)	Formula (a)	Formula (b)	Formula (ab)
1	35	35	45	48
2	34	37	41	50
3	35	34	44	55
Rata-rata $\pm$ SD	34,67 $\pm$ 0,577	35,33 $\pm$ 1,528	43,33 $\pm$ 2,082	51 $\pm$ 3,606

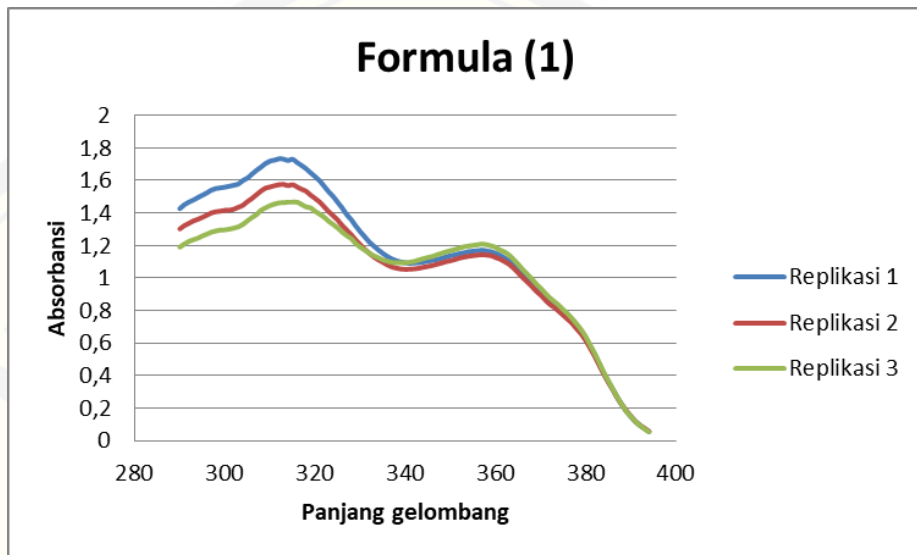
## 3. Hasil Pengujian pH

Replikasi	pH			
	Formula (1)	Formula (a)	Formula (b)	Formula (ab)
1	4,63	4,84	4,40	6,68
2	4,64	4,87	4,42	6,62
3	4,65	4,85	4,44	6,63
Rata-rata $\pm$ SD	4,64 $\pm$ 0,010	4,85 $\pm$ 0,015	4,42 $\pm$ 0,020	6,64 $\pm$ 0,032

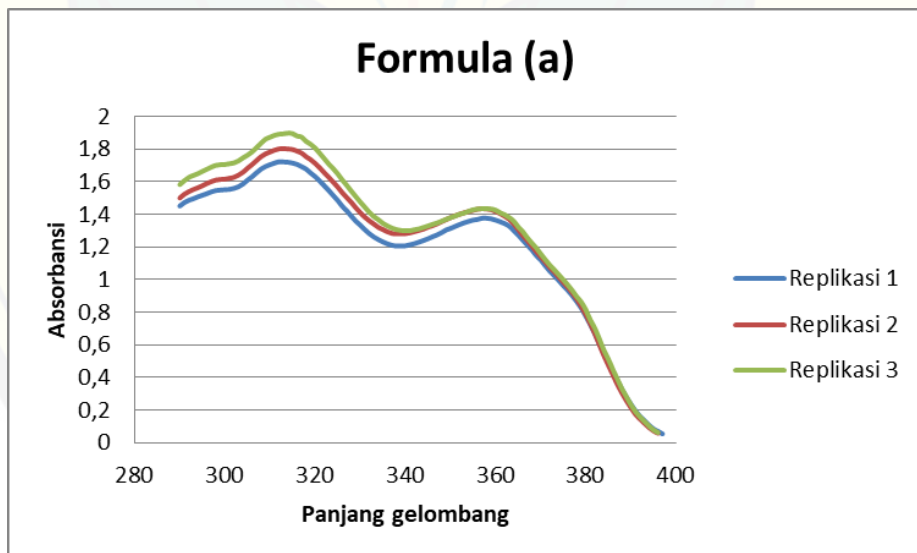
**4. Hasil Pengujian SPF secara *In Vitro***

4.1 Grafik serapan sediaan *lotion* tabir surya dalam pelarut Isopropanol

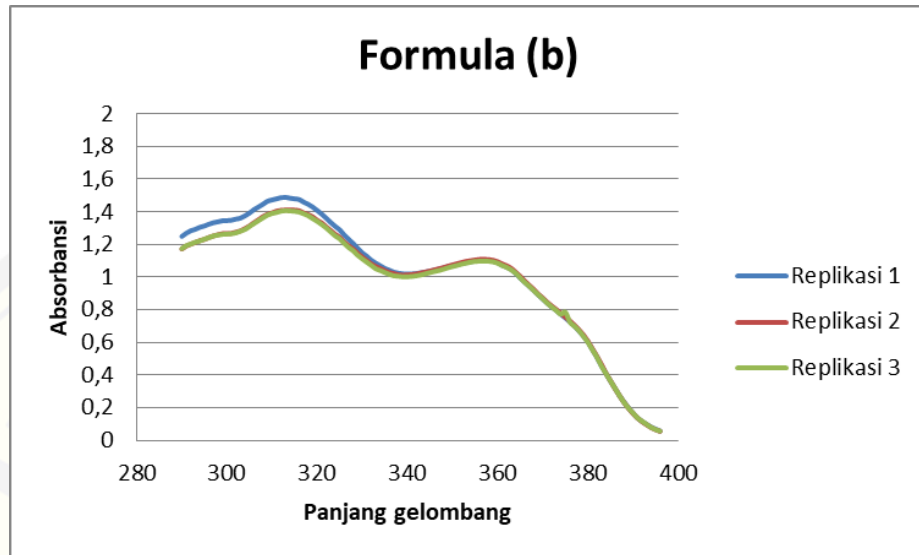
Formula (1)



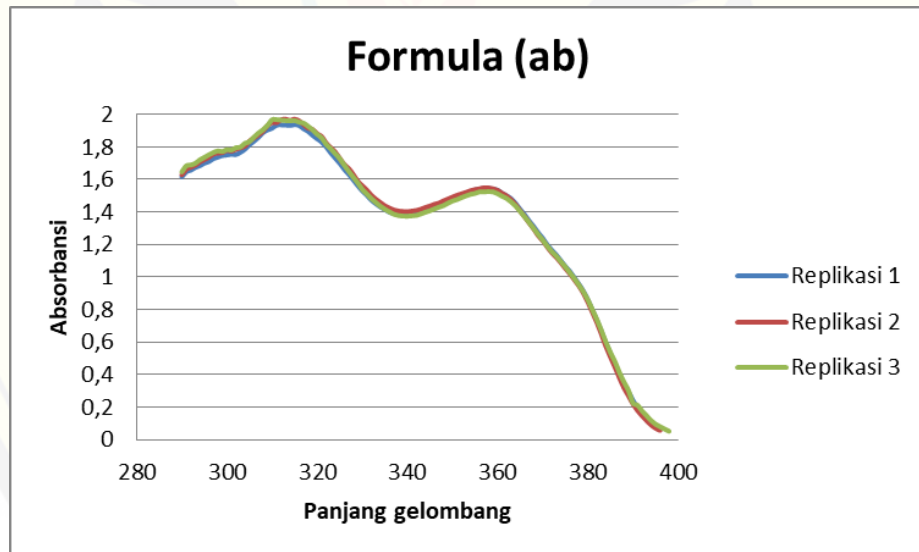
Formula (a)



Formula (b)



Formula (ab)



4.2 Tabel nilai absorbansi dan nilai SPF sediaan *lotion* tabir surya**FORMULA (1)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,4265575		319	1,6471075	1,65963875
291	1,4506175	1,4385875	320	1,62405	1,63557875
292	1,4666575	1,4586375	321	1,597985	1,6110175
293	1,47969	1,47317375	322	1,5649025	1,58144375
294	1,4947275	1,48720875	323	1,5308175	1,54786
295	1,5087625	1,501745	324	1,501745	1,51628125
296	1,5238	1,51628125	325	1,465655	1,4837
297	1,5408425	1,53232125	326	1,4305675	1,44811125
298	1,5508675	1,545855	327	1,3904675	1,4105175
299	1,5548775	1,5528725	328	1,35939	1,37492875
300	1,5588875	1,5568825	329	1,3202925	1,33984125
301	1,5649025	1,561895	330	1,285205	1,30274875
302	1,5709175	1,56791	331	1,253125	1,269165
303	1,5789375	1,5749275	332	1,2220475	1,23758625
304	1,59999	1,58946375	333	1,196985	1,20951625
305	1,6150275	1,60750875	334	1,172925	1,184955
306	1,6390875	1,6270575	335	1,1518725	1,16239875
307	1,662145	1,65061625	336	1,132825	1,14234875
308	1,682195	1,67217	337	1,1177875	1,12530625
309	1,70425	1,6932225	338	1,10676	1,11227375
310	1,7192875	1,71176875	339	1,09874	1,10275
311	1,7253025	1,722295	340	1,0937275	1,09623375
312	1,7333225	1,7293125	341	1,09072	1,09222375
313	1,7313175	1,73232	342	1,092725	1,0917225
314	1,7232975	1,7273075	343	1,09473	1,0937275
315	1,730315	1,72680625	344	1,09874	1,096735
316	1,710265	1,72029	345	1,104755	1,1017475
317	1,69222	1,7012425	346	1,1097675	1,10726125
318	1,67217	1,682195	347	1,1137775	1,1117725

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
348	1,120795	1,11728625	373	0,8330775	0,844105
349	1,1298175	1,12530625	374	0,8090175	0,8210475
350	1,1378375	1,1338275	375	0,7829525	0,795985
351	1,14285	1,14034375	376	0,7588925	0,7709225
352	1,1498675	1,14635875	377	0,7308225	0,7448575
353	1,1558825	1,152875	378	0,699745	0,71528375
354	1,1618975	1,15889	379	0,66566	0,6827025
355	1,1659075	1,1639025	380	0,6225525	0,64410625
356	1,1679125	1,16691	381	0,5744325	0,5984925
357	1,1719225	1,1699175	382	0,5243075	0,54937
358	1,16691	1,16941625	383	0,467165	0,49573625
359	1,1618975	1,16440375	384	0,411025	0,439095
360	1,152875	1,15738625	385	0,3609	0,3859625
361	1,1398425	1,14635875	386	0,31278	0,33684
362	1,1238025	1,1318225	387	0,2636575	0,28821875
363	1,1057575	1,11478	388	0,2195475	0,2416025
364	1,0816975	1,0937275	389	0,1794475	0,1994975
365	1,0516225	1,06666	390	0,14837	0,16390875
366	1,02255	1,03708625	391	0,1172925	0,13283125
367	0,9954825	1,00901625	392	0,094235	0,10576375
368	0,96641	0,98094625	393	0,0751875	0,08471125
369	0,936335	0,9513725	394	0,05614	0,06566375
370	0,9092675	0,92280125	Total AUC		119,6027613
371	0,8811975	0,8952325	Log SPF		1,15002655
372	0,8551325	0,868165	SPF		14,126

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,3022475		293	1,35137	1,34385125
291	1,3222975	1,3122725	294	1,361395	1,3563825
292	1,3363325	1,329315	295	1,373425	1,36741

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
296	1,3864575	1,37994125	331	1,1759325	1,19046875
297	1,4004925	1,393475	332	1,152875	1,16440375
298	1,40751	1,40400125	333	1,1298175	1,14134625
299	1,41152	1,409515	334	1,112775	1,12129625
300	1,4165325	1,41402625	335	1,0977375	1,10525625
301	1,4165325	1,4165325	336	1,080695	1,08921625
302	1,42355	1,42004125	337	1,068665	1,07468
303	1,43558	1,429565	338	1,0616475	1,06515625
304	1,44761	1,441595	339	1,0556325	1,05864
305	1,4706675	1,45913875	340	1,0536275	1,05463
306	1,489715	1,48019125	341	1,05463	1,05412875
307	1,5127725	1,50124375	342	1,056635	1,0556325
308	1,5348275	1,5238	343	1,060645	1,05864
309	1,5528725	1,54385	344	1,06666	1,0636525
310	1,55989	1,55638125	345	1,0716725	1,06916625
311	1,56791	1,5639	346	1,0776875	1,07468
312	1,573925	1,5709175	347	1,084705	1,08119625
313	1,57593	1,5749275	348	1,0917225	1,08821375
314	1,56791	1,57192	349	1,100745	1,09623375
315	1,573925	1,5709175	350	1,10676	1,1037525
316	1,55989	1,5669075	351	1,1137775	1,11026875
317	1,545855	1,5528725	352	1,1228	1,11828875
318	1,533825	1,53984	353	1,128815	1,1258075
319	1,509765	1,521795	354	1,13483	1,1318225
320	1,489715	1,49974	355	1,1378375	1,13633375
321	1,46766	1,4786875	356	1,1418475	1,1398425
322	1,4385875	1,45312375	357	1,1438525	1,14285
323	1,4085125	1,42355	358	1,1418475	1,14285
324	1,38345	1,39598125	359	1,1378375	1,1398425
325	1,3563825	1,36991625	360	1,12681	1,13232375
326	1,3233	1,33984125	361	1,116785	1,1217975
327	1,29523	1,309265	362	1,1017475	1,10926625
328	1,26716	1,281195	363	1,084705	1,09322625
329	1,2340775	1,25061875	364	1,060645	1,072675
330	1,205005	1,21954125	365	1,032575	1,04661



Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
366	1,0035025	1,01803875	382	0,51729	0,54185125
367	0,976435	0,98996875	383	0,4621525	0,48972125
368	0,9493675	0,96290125	384	0,4100225	0,4360875
369	0,9192925	0,93433	385	0,3598975	0,38496
370	0,8952325	0,9072625	386	0,3137825	0,33684
371	0,86616	0,88069625	387	0,2636575	0,28872
372	0,8390925	0,85262625	388	0,2215525	0,242605
373	0,820045	0,82956875	389	0,18446	0,20300625
374	0,795985	0,808015	390	0,1493725	0,16691625
375	0,7709225	0,78345375	391	0,1192975	0,134335
376	0,74586	0,75839125	392	0,0952375	0,1072675
377	0,719795	0,7328275	393	0,07619	0,08571375
378	0,6867125	0,70325375	394	0,0571425	0,06666625
379	0,655635	0,67117375	Total AUC		112,6559375
380	0,615535	0,635585	Log SPF		1,083230168
381	0,5664125	0,59097375	SPF		12,112

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,1899675		302	1,30726	1,3042525
291	1,209015	1,19949125	303	1,31528	1,31127
292	1,225055	1,217035	304	1,3303175	1,32279875
293	1,2360825	1,23056875	305	1,3523725	1,341345
294	1,245105	1,24059375	306	1,3724225	1,3623975
295	1,25914	1,2521225	307	1,3904675	1,381445
296	1,2701675	1,26465375	308	1,4165325	1,4035
297	1,2821975	1,2761825	309	1,43157	1,42405125
298	1,289215	1,28570625	310	1,445605	1,4385875
299	1,29523	1,2922225	311	1,45563	1,4506175
300	1,2962325	1,29573125	312	1,4626475	1,45913875
301	1,301245	1,29873875	313	1,46365	1,46314875

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
314	1,4666575	1,46515375	349	1,160895	1,15638375
315	1,4666575	1,4666575	350	1,168915	1,164905
316	1,4666575	1,4666575	351	1,1759325	1,17242375
317	1,4526225	1,45964	352	1,1839525	1,1799425
318	1,437585	1,44510375	353	1,192975	1,18846375
319	1,43157	1,4345775	354	1,196985	1,19498
320	1,4105175	1,42104375	355	1,200995	1,19899
321	1,393475	1,40199625	356	1,205005	1,203
322	1,3744275	1,38395125	357	1,209015	1,20701
323	1,349365	1,36189625	358	1,205005	1,20701
324	1,329315	1,33934	359	1,1979875	1,20149625
325	1,3082625	1,31878875	360	1,188965	1,19347625
326	1,2821975	1,29523	361	1,1719225	1,18044375
327	1,2601425	1,27117	362	1,1598925	1,1659075
328	1,2431	1,25162125	363	1,1418475	1,15087
329	1,2120225	1,22756125	364	1,1137775	1,1278125
330	1,1899675	1,200995	365	1,084705	1,09924125
331	1,1719225	1,180945	366	1,052625	1,068665
332	1,152875	1,16239875	367	1,024555	1,03859
333	1,136835	1,144855	368	0,996485	1,01052
334	1,124805	1,13082	369	0,964405	0,980445
335	1,1117725	1,11828875	370	0,9373375	0,95087125
336	1,1037525	1,1077625	371	0,9072625	0,9223
337	1,096735	1,10024375	372	0,8791925	0,8932275
338	1,0937275	1,09523125	373	0,856135	0,86766375
339	1,0937275	1,0937275	374	0,8330775	0,84460625
340	1,0937275	1,0937275	375	0,80601	0,81954375
341	1,0977375	1,0957325	376	0,779945	0,7929775
342	1,10275	1,10024375	377	0,74987	0,7649075
343	1,1117725	1,10726125	378	0,7167875	0,73332875
344	1,1197925	1,1157825	379	0,6817	0,69924375
345	1,12681	1,12330125	380	0,6385925	0,66014625
346	1,132825	1,1298175	381	0,5864625	0,6125275
347	1,14285	1,1378375	382	0,5343325	0,5603975
348	1,1518725	1,14736125	383	0,4781925	0,5062625

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
384	0,419045	0,44861875	391	0,1172925	0,13233
385	0,3679175	0,39348125	392	0,094235	0,10576375
386	0,3157875	0,3418525	393	0,0731825	0,08370875
387	0,266665	0,29122625	394	0,054135	0,06365875
388	0,2215525	0,24410875	Total AUC		111,0995563
389	0,1794475	0,2005	Log SPF		1,068264964
390	0,1473675	0,1634075	SPF		11,702

**FORMULA (a)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,45162		311	1,7152775	1,710265
291	1,4726725	1,46214625	312	1,7232975	1,7192875
292	1,4867075	1,47969	313	1,722295	1,72279625
293	1,4967325	1,49172	314	1,72029	1,7212925
294	1,50776	1,50224625	315	1,7152775	1,71778375
295	1,517785	1,5127725	316	1,7072575	1,7112675
296	1,52781	1,5227975	317	1,6932225	1,70024
297	1,5388375	1,53332375	318	1,678185	1,68570375
298	1,5468575	1,5428475	319	1,654125	1,666155
299	1,549865	1,54836125	320	1,63207	1,6430975
300	1,55187	1,5508675	321	1,606005	1,6190375
301	1,553875	1,5528725	322	1,5769325	1,59146875
302	1,55989	1,5568825	323	1,54786	1,56239625
303	1,569915	1,5649025	324	1,5167825	1,53232125
304	1,5869575	1,57843625	325	1,485705	1,50124375
305	1,610015	1,59848625	326	1,4506175	1,46816125
306	1,6310675	1,62054125	327	1,4225475	1,4365825
307	1,6551275	1,6430975	328	1,3904675	1,4065075
308	1,678185	1,66665625	329	1,35939	1,37492875
309	1,694225	1,686205	330	1,3343275	1,34685875
310	1,7052525	1,69973875	331	1,30726	1,32079375

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
332	1,2821975	1,29472875	367	1,213025	1,2280625
333	1,2621475	1,2721725	368	1,1839525	1,19848875
334	1,2461075	1,2541275	369	1,148865	1,16640875
335	1,2320725	1,23909	370	1,120795	1,13483
336	1,2200425	1,2260575	371	1,0857075	1,10325125
337	1,21102	1,21553125	372	1,052625	1,06916625
338	1,2060075	1,20851375	373	1,024555	1,03859
339	1,2060075	1,2060075	374	0,9954825	1,01001875
340	1,2080125	1,20701	375	0,9634025	0,9794425
341	1,2140275	1,21102	376	0,9353325	0,9493675
342	1,221045	1,21753625	377	0,90225	0,91879125
343	1,2300675	1,22555625	378	0,8651575	0,88370375
344	1,2400925	1,23508	379	0,8250575	0,8451075
345	1,25112	1,24560625	380	0,775935	0,80049625
346	1,26315	1,257135	381	0,723805	0,74987
347	1,2741775	1,26866375	382	0,667665	0,695735
348	1,2882125	1,281195	383	0,60551	0,6365875
349	1,3042525	1,2962325	384	0,5463625	0,57593625
350	1,3142775	1,309265	385	0,491225	0,51879375
351	1,3263075	1,3202925	386	0,43308	0,4621525
352	1,3383375	1,3323225	387	0,38095	0,407015
353	1,3483625	1,34335	388	0,326815	0,3538825
354	1,357385	1,35287375	389	0,278695	0,302755
355	1,365405	1,361395	390	0,2355875	0,25714125
356	1,369415	1,36741	391	0,194485	0,21503625
357	1,3764325	1,37292375	392	0,1614025	0,17794375
358	1,3764325	1,3764325	393	0,1353375	0,14837
359	1,373425	1,37492875	394	0,1072675	0,1213025
360	1,365405	1,369415	395	0,08421	0,09573875
361	1,35538	1,3603925	396	0,0691725	0,07669125
362	1,3443525	1,34986625	397	0,054135	0,06165375
363	1,3283125	1,3363325	Total AUC		129,805705
364	1,3022475	1,31528	Log SPF		1,21313743
365	1,2741775	1,2882125	SPF		16,336
366	1,2431	1,25863875			

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,5007425		323	1,6290625	1,6430975
291	1,5238	1,51227125	324	1,5989875	1,614025
292	1,53984	1,53182	325	1,56791	1,58344875
293	1,5528725	1,54635625	326	1,533825	1,5508675
294	1,5639	1,55838625	327	1,50375	1,5187875
295	1,57593	1,569915	328	1,4746775	1,48921375
296	1,589965	1,5829475	329	1,441595	1,45813625
297	1,601995	1,59598	330	1,41152	1,4265575
298	1,6110175	1,60650625	331	1,38345	1,397485
299	1,6150275	1,6130225	332	1,361395	1,3724225
300	1,6170325	1,61603	333	1,341345	1,35137
301	1,622045	1,61953875	334	1,321295	1,33132
302	1,62806	1,6250525	335	1,3082625	1,31477875
303	1,6410925	1,63457625	336	1,2942275	1,301245
304	1,6591375	1,650115	337	1,2842025	1,289215
305	1,6831975	1,6711675	338	1,281195	1,28269875
306	1,7052525	1,694225	339	1,281195	1,281195
307	1,730315	1,71778375	340	1,2821975	1,28169625
308	1,754375	1,742345	341	1,28721	1,28470375
309	1,7714175	1,76289625	342	1,2942275	1,29071875
310	1,7834475	1,7774325	343	1,3022475	1,2982375
311	1,794475	1,78896125	344	1,3102675	1,3062575
312	1,802495	1,798485	345	1,3222975	1,3162825
313	1,8045	1,8034975	346	1,33132	1,32680875
314	1,8014925	1,80299625	347	1,3423475	1,33683375
315	1,798485	1,79998875	348	1,35538	1,34886375
316	1,78846	1,7934725	349	1,3684125	1,36189625
317	1,77643	1,782445	350	1,3804425	1,3744275
318	1,754375	1,7654025	351	1,39147	1,38595625
319	1,73633	1,7453525	352	1,401495	1,3964825
320	1,7132725	1,72480125	353	1,4105175	1,40600625
321	1,6872075	1,70024	354	1,417535	1,41402625
322	1,6571325	1,67217	355	1,425555	1,421545



Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
356	1,4325725	1,42906375	378	0,8811975	0,900245
357	1,43558	1,43407625	379	0,8370875	0,8591425
358	1,433575	1,4345775	380	0,78596	0,81152375
359	1,429565	1,43157	381	0,7288175	0,75738875
360	1,4185375	1,42405125	382	0,6686675	0,6987425
361	1,405505	1,41202125	383	0,6004975	0,6345825
362	1,389465	1,397485	384	0,5343325	0,567415
363	1,3704175	1,37994125	385	0,475185	0,50475875
364	1,3423475	1,3563825	386	0,4160375	0,44561125
365	1,3082625	1,325305	387	0,35689	0,38646375
366	1,2721725	1,2902175	388	0,30476	0,330825
367	1,241095	1,25663375	389	0,2576425	0,28120125
368	1,2080125	1,22455375	390	0,214535	0,23608875
369	1,172925	1,19046875	391	0,174435	0,194485
370	1,140845	1,156885	392	0,1453625	0,15989875
371	1,108765	1,124805	393	0,1192975	0,13233
372	1,0756825	1,09222375	394	0,09223	0,10576375
373	1,0476125	1,0616475	395	0,07218	0,082205
374	1,0155325	1,0315725	396	0,058145	0,0651625
375	0,984455	0,99999375	Total AUC		135,0753463
376	0,9533775	0,96891625	Log SPF		1,274295719
377	0,9192925	0,936335	SPF		18,806

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,5829475		296	1,6771825	1,67066625
291	1,6070075	1,5949775	297	1,690215	1,68369875
292	1,6270575	1,6170325	298	1,7012425	1,69572875
293	1,6390875	1,6330725	299	1,7052525	1,7032475
294	1,650115	1,64460125	300	1,706255	1,70575375
295	1,66415	1,6571325	301	1,7112675	1,70876125



Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
302	1,71628	1,71377375	337	1,317285	1,32380125
303	1,72831	1,722295	338	1,30726	1,3122725
304	1,7473575	1,73783375	339	1,3022475	1,30475375
305	1,7633975	1,7553775	340	1,3002425	1,301245
306	1,7834475	1,7734225	341	1,3002425	1,3002425
307	1,8095125	1,79648	342	1,3062575	1,30325
308	1,83658	1,82304625	343	1,31127	1,30876375
309	1,8616425	1,84911125	344	1,3202925	1,31578125
310	1,8736725	1,8676575	345	1,329315	1,32480375
311	1,8857025	1,8796875	346	1,33934	1,3343275
312	1,89272	1,88921125	347	1,34736	1,34335
313	1,894725	1,8937225	348	1,3583875	1,35287375
314	1,898735	1,89673	349	1,369415	1,36390125
315	1,8957275	1,89723125	350	1,3804425	1,37492875
316	1,88069	1,88820875	351	1,3904675	1,385455
317	1,874675	1,8776825	352	1,401495	1,39598125
318	1,84861	1,8616425	353	1,4085125	1,40500375
319	1,830565	1,8395875	354	1,41954	1,41402625
320	1,8075075	1,81903625	355	1,4285625	1,42405125
321	1,77643	1,79196875	356	1,433575	1,43106875
322	1,7433475	1,75988875	357	1,43558	1,4345775
323	1,710265	1,72680625	358	1,43558	1,43558
324	1,682195	1,69623	359	1,433575	1,4345775
325	1,6491125	1,66565375	360	1,4265575	1,43006625
326	1,61202	1,63056625	361	1,4105175	1,4185375
327	1,5789375	1,59547875	362	1,3984875	1,4045025
328	1,54385	1,56139375	363	1,381445	1,38996625
329	1,509765	1,5268075	364	1,35939	1,3704175
330	1,4766825	1,49322375	365	1,3243025	1,34184625
331	1,4446025	1,4606425	366	1,29523	1,30976625
332	1,413525	1,42906375	367	1,2581375	1,27668375
333	1,38746	1,4004925	368	1,225055	1,24159625
334	1,3684125	1,37793625	369	1,19498	1,2100175
335	1,3463575	1,357385	370	1,1578875	1,17643375
336	1,3303175	1,3383375	371	1,1228	1,14034375

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
372	1,0897175	1,10625875	386	0,4481175	0,47969625
373	1,060645	1,07518125	387	0,3899725	0,419045
374	1,03057	1,0456075	388	0,330825	0,36039875
375	0,9994925	1,01503125	389	0,2817025	0,30626375
376	0,9674125	0,9834525	390	0,23258	0,25714125
377	0,9333275	0,95037	391	0,190475	0,2115275
378	0,8952325	0,91428	392	0,158395	0,174435
379	0,86215	0,87869125	393	0,130325	0,14436
380	0,81403	0,83809	394	0,102255	0,11629
381	0,751875	0,7829525	395	0,078195	0,090225
382	0,70175	0,7268125	396	0,062155	0,070175
383	0,635585	0,6686675	Total AUC		139,6988763
384	0,567415	0,6015	Log SPF		1,317913927
385	0,511275	0,539345	SPF		20,793

**FORMULA (b)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,249122807		302	1,355388471	1,351879699
291	1,269172932	1,25914787	303	1,361403509	1,35839599
292	1,284210526	1,276691729	304	1,375438596	1,368421053
293	1,293233083	1,288721805	305	1,392481203	1,3839599
294	1,305263158	1,29924812	306	1,413533835	1,403007519
295	1,313283208	1,309273183	307	1,429573935	1,421553885
296	1,324310777	1,318796992	308	1,446616541	1,438095238
297	1,333333333	1,328822055	309	1,464661654	1,455639098
298	1,339348371	1,336340852	310	1,472681704	1,468671679
299	1,345363409	1,34235589	311	1,479699248	1,476190476
300	1,346365915	1,345864662	312	1,486716792	1,48320802
301	1,348370927	1,347368421	313	1,488721805	1,487719298

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
314	1,483709273	1,486215539	349	1,064661654	1,060651629
315	1,479699248	1,481704261	350	1,070676692	1,067669173
316	1,475689223	1,477694236	351	1,075689223	1,073182957
317	1,459649123	1,467669173	352	1,083709273	1,079699248
318	1,446616541	1,453132832	353	1,089724311	1,086716792
319	1,429573935	1,438095238	354	1,094736842	1,092230576
320	1,408521303	1,419047619	355	1,099749373	1,097243108
321	1,386466165	1,397493734	356	1,102756892	1,101253133
322	1,361403509	1,373934837	357	1,101754386	1,102255639
323	1,335338346	1,348370927	358	1,10075188	1,101253133
324	1,311278195	1,323308271	359	1,097744361	1,09924812
325	1,289223058	1,300250627	360	1,088721805	1,093233083
326	1,258145363	1,273684211	361	1,072681704	1,080701754
327	1,231077694	1,244611529	362	1,062656642	1,067669173
328	1,206015038	1,218546366	363	1,047619048	1,055137845
329	1,17593985	1,190977444	364	1,024561404	1,036090226
330	1,14887218	1,162406015	365	0,995488722	1,010025063
331	1,127819549	1,138345865	366	0,969423559	0,98245614
332	1,103759398	1,115789474	367	0,944360902	0,956892231
333	1,085714286	1,094736842	368	0,918295739	0,931328321
334	1,069674185	1,077694236	369	0,892230576	0,905263158
335	1,053634085	1,061654135	370	0,866165414	0,879197995
336	1,042606516	1,048120301	371	0,841102757	0,853634085
337	1,030576441	1,036591479	372	0,817042607	0,829072682
338	1,024561404	1,027568922	373	0,796992481	0,807017544
339	1,020551378	1,022556391	374	0,772932331	0,784962406
340	1,018546366	1,019548872	375	0,750877193	0,761904762
341	1,019548872	1,019047619	376	0,726817043	0,738847118
342	1,022556391	1,021052632	377	0,701754386	0,714285714
343	1,026566416	1,024561404	378	0,672681704	0,687218045
344	1,031578947	1,029072682	379	0,640601504	0,656641604
345	1,036591479	1,034085213	380	0,603508772	0,622055138
346	1,042606516	1,039598997	381	0,557393484	0,580451128
347	1,048621554	1,045614035	382	0,510275689	0,533834586
348	1,056641604	1,052631579	383	0,458145363	0,484210526

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
384	0,411027569	0,434586466	392	0,117293233	0,127819549
385	0,363909774	0,387468672	393	0,09924812	0,108270677
386	0,319799499	0,341854637	394	0,082205514	0,090726817
387	0,274686717	0,297243108	395	0,069172932	0,075689223
388	0,235588972	0,255137845	396	0,058145363	0,063659148
389	0,200501253	0,218045113	Total AUC		108,2666667
390	0,168421053	0,184461153	Log SPF		1,021383648
391	0,138345865	0,153383459	SPF		10,505

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,171929825		311	1,404511278	1,398997494
291	1,190977444	1,181453634	312	1,40952381	1,407017544
292	1,202005013	1,196491228	313	1,411528822	1,410526316
293	1,213032581	1,207518797	314	1,410526316	1,411027569
294	1,223057644	1,218045113	315	1,410526316	1,410526316
295	1,231077694	1,227067669	316	1,406516291	1,408521303
296	1,243107769	1,237092732	317	1,393483709	1,4
297	1,252130326	1,247619048	318	1,383458647	1,388471178
298	1,260150376	1,256140351	319	1,369423559	1,376441103
299	1,266165414	1,263157895	320	1,348370927	1,358897243
300	1,266165414	1,266165414	321	1,332330827	1,340350877
301	1,268170426	1,26716792	322	1,308270677	1,320300752
302	1,27518797	1,271679198	323	1,286215539	1,297243108
303	1,28320802	1,279197995	324	1,262155388	1,274185464
304	1,297243108	1,290225564	325	1,244110276	1,253132832
305	1,313283208	1,305263158	326	1,215037594	1,229573935
306	1,333333333	1,323308271	327	1,19197995	1,203508772
307	1,351378446	1,34235589	328	1,171929825	1,181954887
308	1,370426065	1,360902256	329	1,145864662	1,158897243
309	1,384461153	1,377443609	330	1,122807018	1,13433584
310	1,393483709	1,388972431	331	1,101754386	1,112280702

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
332	1,081704261	1,091729323	366	0,976441103	0,990977444
333	1,06566416	1,073684211	367	0,95037594	0,963408521
334	1,053634085	1,059649123	368	0,925313283	0,937844612
335	1,039598997	1,046616541	369	0,896240602	0,910776942
336	1,028571429	1,034085213	370	0,872180451	0,884210526
337	1,021553885	1,025062657	371	0,846115288	0,85914787
338	1,014536341	1,018045113	372	0,823057644	0,834586466
339	1,012531328	1,013533835	373	0,802005013	0,812531328
340	1,013533835	1,013032581	374	0,778947368	0,79047619
341	1,016541353	1,015037594	375	0,755889724	0,767418546
342	1,019548872	1,018045113	376	0,73283208	0,744360902
343	1,02556391	1,022556391	377	0,706766917	0,719799499
344	1,031578947	1,028571429	378	0,678696742	0,69273183
345	1,037593985	1,034586466	379	0,646616541	0,662656642
346	1,044611529	1,041102757	380	0,607518797	0,627067669
347	1,051629073	1,048120301	381	0,561403509	0,584461153
348	1,058646617	1,055137845	382	0,515288221	0,538345865
349	1,067669173	1,063157895	383	0,466165414	0,490726817
350	1,074686717	1,071177945	384	0,412030075	0,439097744
351	1,082706767	1,078696742	385	0,365914787	0,388972431
352	1,089724311	1,086215539	386	0,318796992	0,34235589
353	1,096741855	1,093233083	387	0,274686717	0,296741855
354	1,10075188	1,098746867	388	0,23358396	0,254135338
355	1,105764411	1,103258145	389	0,197493734	0,215538847
356	1,10877193	1,10726817	390	0,165413534	0,181453634
357	1,10877193	1,10877193	391	0,137343358	0,151378446
358	1,107769424	1,108270677	392	0,115288221	0,126315789
359	1,103759398	1,105764411	393	0,097243108	0,106265664
360	1,094736842	1,09924812	394	0,079197995	0,088220551
361	1,081704261	1,088220551	395	0,066165414	0,072681704
362	1,069674185	1,075689223	396	0,056140351	0,061152882
363	1,054636591	1,062155388	Total AUC		105,5684211
364	1,030576441	1,042606516	Log SPF		0,9959285
365	1,005513784	1,018045113	SPF		9,907



- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,173934837		323	1,277192982	1,289724311
291	1,192982456	1,183458647	324	1,253132832	1,265162907
292	1,203007519	1,197994987	325	1,235087719	1,244110276
293	1,214035088	1,208521303	326	1,207017544	1,221052632
294	1,222055138	1,218045113	327	1,180952381	1,193984962
295	1,232080201	1,227067669	328	1,161904762	1,171428571
296	1,242105263	1,237092732	329	1,133834586	1,147869674
297	1,252130326	1,247117794	330	1,111779449	1,122807018
298	1,258145363	1,255137845	331	1,091729323	1,101754386
299	1,262155388	1,260150376	332	1,071679198	1,081704261
300	1,264160401	1,263157895	333	1,051629073	1,061654135
301	1,266165414	1,265162907	334	1,040601504	1,046115288
302	1,271177945	1,268671679	335	1,028571429	1,034586466
303	1,281203008	1,276190476	336	1,01754386	1,023057644
304	1,292230576	1,286716792	337	1,008521303	1,013032581
305	1,310275689	1,301253133	338	1,005513784	1,007017544
306	1,328320802	1,319298246	339	1,002506266	1,004010025
307	1,346365915	1,337343358	340	1,002506266	1,002506266
308	1,363408521	1,354887218	341	1,004511278	1,003508772
309	1,380451128	1,371929825	342	1,008521303	1,006516291
310	1,39047619	1,385463659	343	1,013533835	1,011027569
311	1,396491228	1,393483709	344	1,020551378	1,017042607
312	1,404511278	1,400501253	345	1,027568922	1,02406015
313	1,407518797	1,406015038	346	1,034586466	1,031077694
314	1,405513784	1,406516291	347	1,040601504	1,037593985
315	1,403508772	1,404511278	348	1,048621554	1,044611529
316	1,398496241	1,401002506	349	1,05764411	1,053132832
317	1,388471178	1,393483709	350	1,064661654	1,061152882
318	1,376441103	1,38245614	351	1,071679198	1,068170426
319	1,359398496	1,367919799	352	1,079699248	1,075689223
320	1,34235589	1,350877193	353	1,085714286	1,082706767
321	1,323308271	1,33283208	354	1,091729323	1,088721805
322	1,302255639	1,312781955	355	1,096741855	1,094235589



Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
356	1,097744361	1,097243108	378	0,673684211	0,687218045
357	1,098746867	1,098245614	379	0,638596491	0,656140351
358	1,097744361	1,098245614	380	0,601503759	0,620050125
359	1,093734336	1,095739348	381	0,555388471	0,578446115
360	1,085714286	1,089724311	382	0,511278195	0,533333333
361	1,071679198	1,078696742	383	0,456140351	0,483709273
362	1,060651629	1,066165414	384	0,410025063	0,433082707
363	1,045614035	1,053132832	385	0,364912281	0,387468672
364	1,024561404	1,035087719	386	0,319799499	0,34235589
365	0,996491228	1,010526316	387	0,274686717	0,297243108
366	0,968421053	0,98245614	388	0,23358396	0,254135338
367	0,944360902	0,956390977	389	0,198496241	0,2160401
368	0,918295739	0,931328321	390	0,168421053	0,183458647
369	0,892230576	0,905263158	391	0,138345865	0,153383459
370	0,86716792	0,879699248	392	0,118295739	0,128320802
371	0,841102757	0,854135338	393	0,09924812	0,10877193
372	0,817042607	0,829072682	394	0,080200501	0,089724311
373	0,795989975	0,806516291	395	0,06716792	0,073684211
374	0,772932331	0,784461153	396	0,057142857	0,062155388
375	0,785964912	0,779448622	Total AUC		104,9373434
376	0,725814536	0,755889724	Log SPF		0,989974937
377	0,70075188	0,713283208	SPF		9,772

**FORMULA (ab)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,61603		296	1,710265	1,7052525
291	1,6471075	1,63156875	297	1,72831	1,7192875
292	1,6571325	1,65212	298	1,7373325	1,73282125
293	1,674175	1,66565375	299	1,7473575	1,742345
294	1,6842	1,6791875	300	1,750365	1,74886125
295	1,70024	1,69222	301	1,7553775	1,75287125

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
302	1,7533725	1,754375	337	1,3904675	1,39497875
303	1,7674075	1,76039	338	1,38345	1,38695875
304	1,786455	1,77693125	339	1,3804425	1,38194625
305	1,8135225	1,79998875	340	1,3844525	1,3824475
306	1,8355775	1,82455	341	1,3844525	1,3844525
307	1,8596375	1,8476075	342	1,389465	1,38695875
308	1,8877075	1,8736725	343	1,4004925	1,39497875
309	1,90475	1,89622875	344	1,4125225	1,4065075
310	1,914775	1,9097625	345	1,4225475	1,417535
311	1,9338225	1,92429875	346	1,4345775	1,4285625
312	1,9358275	1,934825	347	1,4436	1,43908875
313	1,934825	1,93532625	348	1,4586375	1,45111875
314	1,9318175	1,93332125	349	1,47167	1,46515375
315	1,9378325	1,934825	350	1,481695	1,4766825
316	1,9318175	1,934825	351	1,49573	1,4887125
317	1,9117675	1,9217925	352	1,5067575	1,50124375
318	1,8957275	1,9037475	353	1,5167825	1,51177
319	1,8716675	1,8836975	354	1,525805	1,52129375
320	1,850615	1,86114125	355	1,53583	1,5308175
321	1,830565	1,84059	356	1,5408425	1,53833625
322	1,8014925	1,81602875	357	1,545855	1,54334875
323	1,7644	1,78294625	358	1,5448525	1,54535375
324	1,73232	1,74836	359	1,5408425	1,5428475
325	1,70024	1,71628	360	1,533825	1,53733375
326	1,6631475	1,68169375	361	1,5147775	1,52430125
327	1,63207	1,64760875	362	1,49974	1,50725875
328	1,597985	1,6150275	363	1,481695	1,4907175
329	1,5628975	1,58044125	364	1,45162	1,4666575
330	1,529815	1,54635625	365	1,41553	1,433575
331	1,50375	1,5167825	366	1,3824475	1,39898875
332	1,473675	1,4887125	367	1,3443525	1,3634
333	1,45162	1,4626475	368	1,3102675	1,32731
334	1,43157	1,441595	369	1,2721725	1,29122
335	1,4165325	1,42405125	370	1,2380875	1,25513
336	1,39949	1,40801125	371	1,1979875	1,2180375

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
372	1,164905	1,18144625	386	0,4661625	0,49774125
373	1,1358325	1,15036875	387	0,398995	0,43257875
374	1,100745	1,11828875	388	0,342855	0,370925
375	1,0656575	1,08320125	389	0,2937325	0,31829375
376	1,03458	1,05011875	390	0,2416025	0,2676675
377	0,996485	1,0155325	391	0,1954875	0,218545
378	0,956385	0,976435	392	0,162405	0,17894625
379	0,9132775	0,93483125	393	0,1333325	0,14786875
380	0,85814	0,88570875	394	0,1032575	0,118295
381	0,7969875	0,82756375	395	0,0791975	0,0912275
382	0,73383	0,76540875	396	0,0631575	0,0711775
383	0,66566	0,699745	Total AUC		145,9785363
384	0,59348	0,62957	Log SPF		1,377156002
385	0,52932	0,5614	SPF		23,832

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,62806		305	1,8355775	1,82054
291	1,6631475	1,64560375	306	1,8556275	1,8456025
292	1,6751775	1,6691625	307	1,874675	1,86515125
293	1,68821	1,68169375	308	1,89673	1,8857025
294	1,7072575	1,69773375	309	1,930815	1,9137725
295	1,722295	1,71477625	310	1,9498625	1,94033875
296	1,73633	1,7293125	311	1,9498625	1,9498625
297	1,75638	1,746355	312	1,966905	1,95838375
298	1,762395	1,7593875	313	1,970915	1,96891
299	1,7654025	1,76389875	314	1,962895	1,966905
300	1,778435	1,77191875	315	1,970915	1,966905
301	1,774425	1,77643	316	1,9598875	1,96540125
302	1,7854525	1,77993875	317	1,9378325	1,94886
303	1,794475	1,78996375	318	1,9157775	1,926805
304	1,8055025	1,79998875	319	1,906755	1,91126625

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
320	1,88069	1,8937225	355	1,537835	1,53432625
321	1,8636475	1,87216875	356	1,5428475	1,54034125
322	1,8235475	1,8435975	357	1,5488625	1,545855
323	1,7954775	1,8095125	358	1,54786	1,54836125
324	1,7694125	1,782445	359	1,5428475	1,54535375
325	1,7293125	1,7493625	360	1,5328225	1,537835
326	1,69222	1,71076625	361	1,5147775	1,5238
327	1,6671575	1,67968875	362	1,4987375	1,5067575
328	1,6310675	1,6491125	363	1,47568	1,48720875
329	1,5889625	1,610015	364	1,4446025	1,46014125
330	1,5608925	1,5749275	365	1,4065075	1,425555
331	1,5348275	1,54786	366	1,3704175	1,3884625
332	1,5027475	1,5187875	367	1,3323225	1,35137
333	1,4786875	1,4907175	368	1,2962325	1,3142775
334	1,4586375	1,4686625	369	1,25513	1,27568125
335	1,4385875	1,4486125	370	1,2240525	1,23959125
336	1,4245525	1,43157	371	1,1859575	1,205005
337	1,4125225	1,4185375	372	1,1498675	1,1679125
338	1,405505	1,40901375	373	1,1217975	1,1358325
339	1,4035	1,4045025	374	1,0897175	1,1057575
340	1,401495	1,4024975	375	1,05463	1,07217375
341	1,405505	1,4035	376	1,0215475	1,03808875
342	1,409515	1,40751	377	0,984455	1,00300125
343	1,417535	1,413525	378	0,94636	0,9654075
344	1,42756	1,4225475	379	0,90225	0,924305
345	1,4365825	1,43207125	380	0,84611	0,87418
346	1,44761	1,44209625	381	0,783955	0,8150325
347	1,4546275	1,45111875	382	0,7207975	0,75237625
348	1,4686625	1,461645	383	0,64962	0,68520875
349	1,47969	1,47417625	384	0,57343	0,611525
350	1,49172	1,485705	385	0,50927	0,54135
351	1,5027475	1,49723375	386	0,447115	0,4781925
352	1,51177	1,50725875	387	0,38095	0,4140325
353	1,5207925	1,51628125	388	0,3197975	0,35037375
354	1,5308175	1,525805	389	0,270675	0,29523625

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
390	0,22055	0,2456125	395	0,0711775	0,0812025
391	0,18045	0,2005	396	0,0571425	0,06416
392	0,14837	0,16441	Total AUC		146,9720138
393	0,1192975	0,13383375	Log SPF		1,386528432
394	0,0912275	0,1052625	SPF		24,352

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,646105		314	1,96089	1,96139125
291	1,6831975	1,66465125	315	1,9618925	1,96139125
292	1,6892125	1,686205	316	1,95287	1,95738125
293	1,6992375	1,694225	317	1,9458525	1,94936125
294	1,72029	1,70976375	318	1,926805	1,93632875
295	1,7353275	1,72780875	319	1,90475	1,9157775
296	1,7513675	1,7433475	320	1,8776825	1,89121625
297	1,7654025	1,758385	321	1,8556275	1,866655
298	1,7754275	1,770415	322	1,81653	1,83607875
299	1,7714175	1,7734225	323	1,7894625	1,80299625
300	1,7834475	1,7774325	324	1,7593875	1,774425
301	1,78044	1,78194375	325	1,72831	1,74384875
302	1,7954775	1,78795875	326	1,68821	1,70826
303	1,7994875	1,7974825	327	1,650115	1,6691625
304	1,822545	1,81101625	328	1,614025	1,63207
305	1,83257	1,8275575	329	1,5789375	1,59648125
306	1,86064	1,846605	330	1,5388375	1,5588875
307	1,8857025	1,87317125	331	1,51177	1,52530375
308	1,9057525	1,8957275	332	1,4826975	1,49723375
309	1,9318175	1,918785	333	1,4586375	1,4706675
310	1,966905	1,94936125	334	1,43558	1,44710875
311	1,9679075	1,96740625	335	1,417535	1,4265575
312	1,9649	1,96640375	336	1,401495	1,409515
313	1,9618925	1,96339625	337	1,3864575	1,39397625



Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC	Panjang Gelombang	Absorbansi	AUC
338	1,3784375	1,3824475	370	1,2280625	1,24460375
339	1,37543	1,37693375	371	1,1899675	1,209015
340	1,3744275	1,37492875	372	1,156885	1,17342625
341	1,3764325	1,37543	373	1,128815	1,14285
342	1,37944	1,37793625	374	1,0957325	1,11227375
343	1,3884625	1,38395125	375	1,06265	1,07919125
344	1,3984875	1,393475	376	1,0275625	1,04510625
345	1,40751	1,40299875	377	0,9914725	1,0095175
346	1,41954	1,413525	378	0,952375	0,97192375
347	1,429565	1,4245525	379	0,91027	0,9313225
348	1,43959	1,4345775	380	0,860145	0,8852075
349	1,4546275	1,44710875	381	0,7989925	0,82956875
350	1,46766	1,46114375	382	0,7388425	0,7689175
351	1,4766825	1,47217125	383	0,671675	0,70525875
352	1,4887125	1,4826975	384	0,6004975	0,63608625
353	1,49974	1,49422625	385	0,5363375	0,5684175
354	1,5087625	1,50425125	386	0,4801975	0,5082675
355	1,5147775	1,51177	387	0,41303	0,44661375
356	1,5238	1,51928875	388	0,354885	0,3839575
357	1,5238	1,5238	389	0,302755	0,32882
358	1,525805	1,5248025	390	0,2255625	0,26415875
359	1,5238	1,5248025	391	0,21253	0,21904625
360	1,5127725	1,51828625	392	0,1774425	0,19498625
361	1,4967325	1,5047525	393	0,14837	0,16290625
362	1,4837	1,49021625	394	0,118295	0,1333325
363	1,4626475	1,47317375	395	0,0952375	0,10676625
364	1,4365825	1,449615	396	0,0802	0,08771875
365	1,4045025	1,4205425	397	0,066165	0,0731825
366	1,369415	1,38695875	398	0,05213	0,0591475
367	1,3343275	1,35187125	Total AUC		146,904345
368	1,2982375	1,3162825	Log SPF		1,360225417
369	1,261145	1,27969125	SPF		22,921



## 4.3 Perhitungan Nilai SPF secara In Vitro

Sediaan *lotion* mengandung 9% (9 g dalam 100 g) bahan aktif tabir surya. Preparasi sampel pada pengujian nilai SPF, %TE, dan %TP dilakukan secara bersamaan, sehingga proses penimbangan, pembuatan dan pengenceran sama. Sampel *lotion* ditimbang sebesar 28,57 mg sehingga mengandung bahan aktif sebesar 1,995 mg. Dimana sediaan tabir surya dioleskan sebanyak 2 mg/cm<sup>2</sup>. *Lotion* yang telah ditimbang selanjutnya diencerkan dengan isopropanol sampai mengandung 19,95 ppm bahan aktif. Nilai absorbansi 19,95 ppm dikonversi menjadi 20 ppm.

$$\frac{1,995 \text{ mg}}{10 \text{ mL}} \times 1000 = 199,5 \text{ ppm}$$

$$\frac{1 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} \times 199,5 \text{ ppm} = 19,95 \text{ ppm}$$

Nilai absorbansi 19,95 ppm dikonversi menjadi 20 ppm.

Contoh nilai absorbansi sebesar = 1,447

$$\frac{20 \text{ ppm}}{19,95 \text{ ppm}} \times 1,447 = 1,45062$$

AUC

$$AUC = \frac{A\lambda_p - a + A\lambda_1}{2} \times [\lambda_p - (\lambda_p - a)]$$

$$AUC = \frac{(1,45062 + 1,42656)}{2} \times [291 - 290]$$

$$= 1,438588$$

$$\text{Log SPF} = \frac{AUC}{\lambda_n - \lambda_1}$$

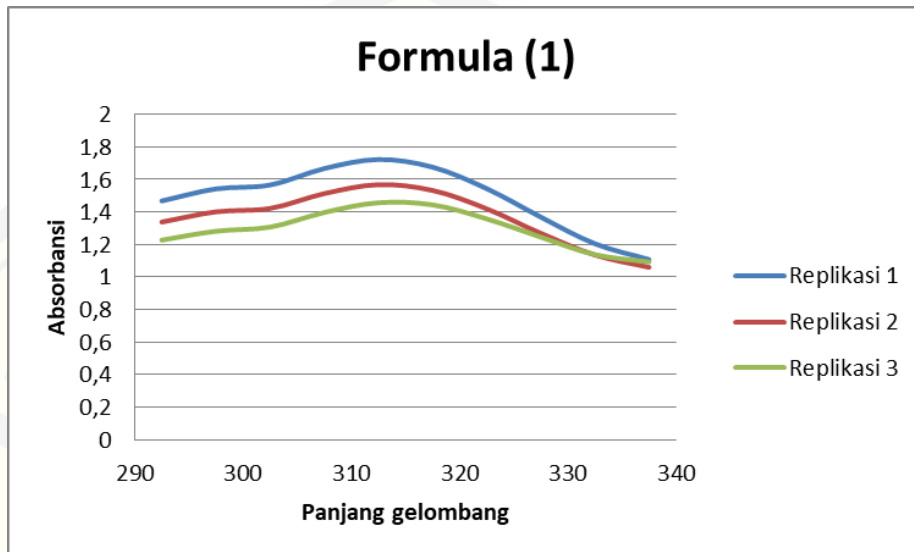
$$\text{Log SPF} = \frac{119,603}{394 - 290}$$

$$\text{SPF} = 14,126$$

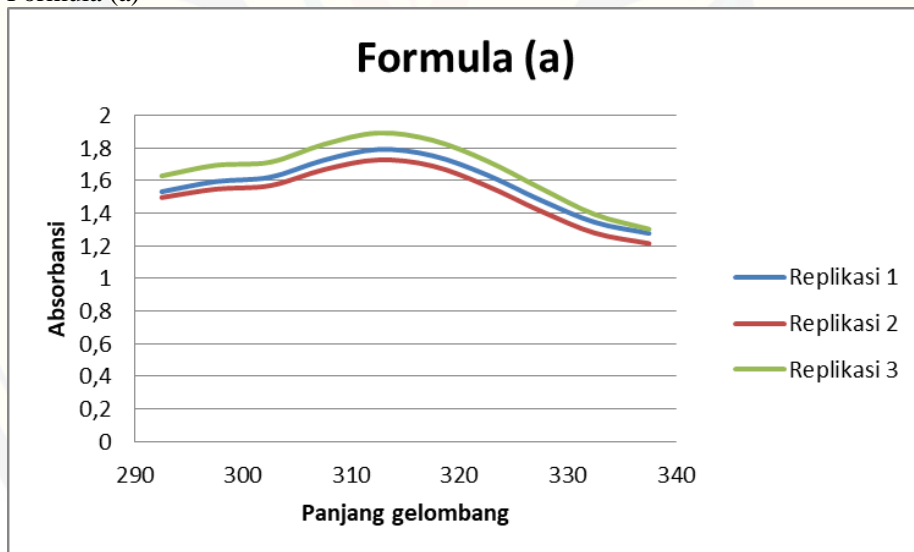
**5. Hasil Pengujian % Transmisi Eritema secara *In Vitro***

5.1 Grafik serapan tabir surya dalam Pelarut Isopropanol

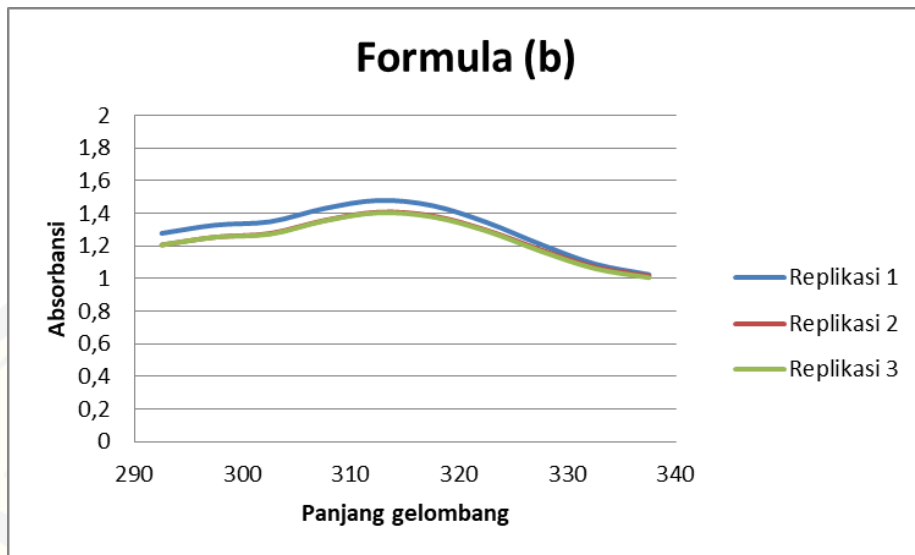
Formula (1)



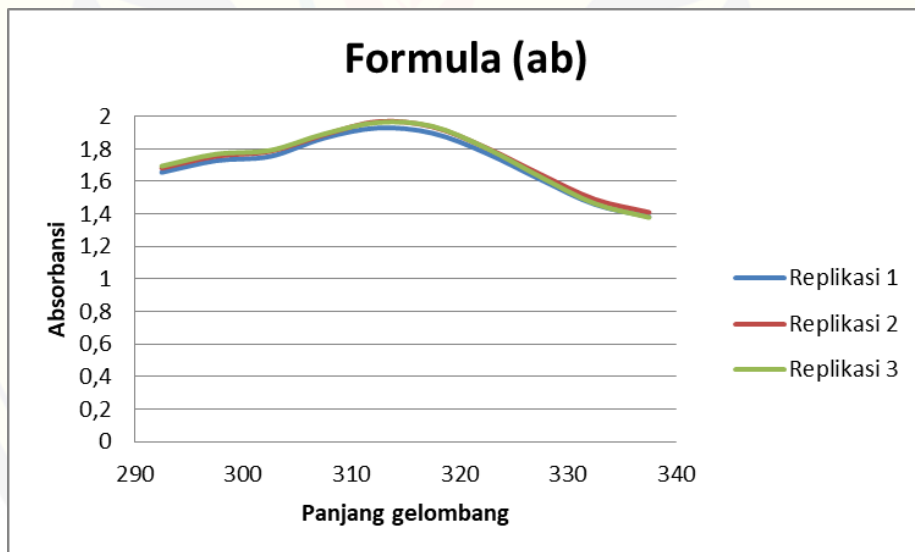
Formula (a)



Formula (b)



Formula (ab)



5.2 Tabel nilai absorbansi dan nilai % transmisi eritema

**FORMULA (1)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,468	5,150877193	0,000706518	1,139	0,000804724
297,5	1,542	5,410526316	0,000388574	6,51	0,002529617
302,5	1,566	5,494736842	0,000320083	10	0,00320083
307,5	1,667	5,849122807	0,000141539	3,577	0,000506285
312,5	1,723	6,045614035	0,000900297	0,9734	0,000876349
317,5	1,676	5,880701754	0,000131613	0,567	7,46246E-05
322,5	1,544	5,41754386	0,000382346	0,455	0,000173967
327,5	1,369	4,803508772	0,000157214	0,289	4,54348E-05
332,5	1,205	4,228070175	0,00591466	0,129	0,000762991
337,5	1,108	3,887719298	0,0123503	0,0456	0,000563174
			TOTAL	23,6850	9,54E-03
			%TE	4,03E-04	

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,338	4,694736842	0,0020196	1,139	0,002300324
297,5	1,401	4,915789474	0,001214	6,51	0,00790314
302,5	1,422	4,989473684	0,0010245	10	0,010245
307,5	1,513	5,30877193	0,00049117	3,577	0,001756915
312,5	1,568	5,501754386	0,00031495	0,9734	0,000306572
317,5	1,533	5,378947368	0,00041788	0,567	0,000236938
322,5	1,42	4,98245614	0,0010412	0,455	0,000473746
327,5	1,269	4,452631579	0,0035267	0,289	0,001019216
332,5	1,136	3,985964912	0,010328	0,129	0,001332312
337,5	1,06	3,719298246	0,019085	0,0456	0,000870276
			TOTAL	23,6850	2,64E-02
			%TE	1,12E-03	

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,227	4,305263158	0,0049515	1,139	0,005639759
297,5	1,282	4,498245614	0,0031751	6,51	0,020669901
302,5	1,307	4,585964912	0,0025944	10	0,025944
307,5	1,397	4,901754386	0,0012539	3,577	0,0044852
312,5	1,457	5,112280702	0,00077218	0,9734	0,00075164
317,5	1,444	5,066666667	0,0008577	0,567	0,000486316
322,5	1,358	4,764912281	0,0017183	0,455	0,000781827
327,5	1,246	4,371929825	0,0042469	0,289	0,001227354
332,5	1,138	3,992982456	0,010163	0,129	0,001311027
337,5	1,093	3,835087719	0,014619	0,0456	0,000666626
			TOTAL	23,6850	6,20E-02
			%TE	2,62E-03	

**FORMULA (a)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,533	5,378947368	0,00041788	1,139	0,000475965
297,5	1,595	5,596491228	0,00025323	6,51	0,001648527
302,5	1,622	5,69122807	0,0002036	10	0,002036
307,5	1,727	6,059649123	8,71668E-05	3,577	0,000311796
312,5	1,792	6,287719298	0,000051556	0,9734	5,01846E-05
317,5	1,754	6,154385965	0,000070083	0,567	3,97371E-05
322,5	1,637	5,743859649	0,00018036	0,455	8,20638E-05
327,5	1,481	5,196491228	0,00063608	0,289	0,000183827
332,5	1,345	4,719298246	0,0019085	0,129	0,000246197
337,5	1,277	4,480701754	0,003306	0,0456	0,000150754
			TOTAL	23,6850	5,23E-03
			%TE	2,21E-04	

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,497	5,252631579	0,00055894	1,139	0,000636633
297,5	1,549	5,435087719	0,00036721	6,51	0,002390537
302,5	1,57	5,50877193	0,0003099	10	0,003099
307,5	1,669	5,856140351	0,00013927	3,577	0,000498169
312,5	1,728	6,063157895	0,000086465	0,9734	8,4165E-05
317,5	1,691	5,933333333	0,00011659	0,567	6,61065E-05
322,5	1,569	5,505263158	0,00031242	0,455	0,000142151
327,5	1,414	4,961403509	0,0010929	0,289	0,000315848
332,5	1,279	4,487719298	0,003253	0,129	0,000419637
337,5	1,215	4,263157895	0,0054556	0,0456	0,000248775
			TOTAL	23,6850	7,90E-03
			%TE	3,34E-04	

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,63	5,719298246	0,00019085	1,139	0,000217378
297,5	1,695	5,947368421	0,00011288	6,51	0,000734849
302,5	1,714	6,014035088	0,000022798	10	0,00022798
307,5	1,824	6,4	0,000039811	3,577	0,000142404
312,5	1,893	6,642105263	0,000022798	0,9734	2,21916E-05
317,5	1,849	6,487719298	0,00003253	0,567	1,84445E-05
322,5	1,723	6,045614035	0,00009003	0,455	4,09637E-05
327,5	1,554	5,452631579	0,0003567	0,289	0,000103086
332,5	1,393	4,887719298	0,001295	0,129	0,000167055
337,5	1,303	4,571929825	0,0026796	0,0456	0,00012219
			TOTAL	23,6850	1,80E-03
			%TE	7,59E-05	



**FORMULA (b)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,278	4,484210526	0,0032794	1,139	0,003735237
297,5	1,329	4,663157895	0,0021719	6,51	0,014139069
302,5	1,349	4,733333333	0,0018478	10	0,018478
307,5	1,43	5,01754386	0,00096041	3,577	0,003435387
312,5	1,48	5,192982456	0,00064124	0,9734	0,000624183
317,5	1,448	5,080701754	0,00083042	0,567	0,000470848
322,5	1,345	4,719298246	0,0019085	0,455	0,000868368
327,5	1,21	4,245614035	0,0056805	0,289	0,001641665
332,5	1,09	3,824561404	0,014977	0,129	0,001932033
337,5	1,025	3,596491228	0,025323	0,0456	0,001154729
			TOTAL	23,6850	4,65E-02
			%TE	1,96E-03	

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,207	4,235087719	0,00581986	1,139	0,006628821
297,5	1,255	4,403508772	0,003949	6,51	0,02570799
302,5	1,277	4,480701754	0,003306	10	0,03306
307,5	1,357	4,761403509	0,0017322	3,577	0,006196079
312,5	1,408	4,940350877	0,0011472	0,9734	0,001116684
317,5	1,385	4,859649123	0,0013815	0,567	0,000783311
322,5	1,297	4,550877193	0,0028127	0,455	0,001279779
327,5	1,177	4,129824561	0,0074161	0,289	0,002143253
332,5	1,071	3,757894737	0,017462	0,129	0,002252598
337,5	1,016	3,564912281	0,027233	0,0456	0,001241825
			TOTAL	23,6850	8,04E-02
			%TE	3,39E-03	

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,207	4,235087719	0,0058199	1,139	0,006628866
297,5	1,255	4,403508772	0,003949	6,51	0,02570799
302,5	1,273	4,466666667	0,0034145	10	0,034145
307,5	1,354	4,750877193	0,0017747	3,577	0,006348102
312,5	1,404	4,926315789	0,0011849	0,9734	0,001153382
317,5	1,379	4,838596491	0,0014501	0,567	0,000822207
322,5	1,292	4,533333333	0,0029286	0,455	0,001332513
327,5	1,169	4,101754386	0,0079113	0,289	0,002286366
332,5	1,062	3,726315789	0,01878	0,129	0,00242262
337,5	1,006	3,529824561	0,029524	0,0456	0,001346294
			TOTAL	23,6850	8,22E-02
			%TE	3,47E-03	

**FORMULA (ab)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,656	5,810526316	0,0001547	1,139	0,000176203
297,5	1,728	6,063157895	0,000086465	6,51	0,000562887
302,5	1,754	6,154385965	0,000070083	10	0,00070083
307,5	1,867	6,550877193	0,000028127	3,577	0,00010061
312,5	1,929	6,768421053	0,000017044	0,9734	1,65906E-05
317,5	1,897	6,656140351	0,000022073	0,567	1,25154E-05
322,5	1,773	6,221052632	0,00006011	0,455	2,73501E-05
327,5	1,611	5,652631579	0,00022252	0,289	6,43083E-05
332,5	1,459	5,119298246	0,0007598	0,129	9,80142E-05
337,5	1,383	4,852631579	0,001404	0,0456	6,40224E-05
			TOTAL	23,6850	1,82E-03
			%TE	7,70E-05	

## - Replikasi 2

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,682	5,901754386	0,00012539	1,139	0,000142819
297,5	1,755	6,157894737	0,00006952	6,51	0,000452575
302,5	1,785	6,263157895	0,000054556	10	0,00054556
307,5	1,887	6,621052632	0,00002393	3,577	8,55976E-05
312,5	1,968	6,905263158	0,000012438	0,9734	1,21071E-05
317,5	1,936	6,792982456	0,000016107	0,567	9,13267E-06
322,5	1,806	6,336842105	0,000046042	0,455	2,09491E-05
327,5	1,643	5,764912281	0,00017183	0,289	4,96589E-05
332,5	1,49	5,228070175	0,00059147	0,129	7,62996E-05
337,5	1,41	4,947368421	0,0011288	0,0456	5,14733E-05
			TOTAL	23,6850	1,45E-03
			%TE	6,11E-05	

## - Replikasi 3

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,694	5,943859649	0,0001138	1,139	0,000129618
297,5	1,768	6,203508772	0,000062588	6,51	0,000407448
302,5	1,791	6,284210526	0,000051974	10	0,00051974
307,5	1,892	6,638596491	0,000022983	3,577	8,22102E-05
312,5	1,963	6,887719298	0,00001295	0,9734	1,26055E-05
317,5	1,939	6,803508772	0,000015721	0,567	8,91381E-06
322,5	1,804	6,329824561	0,000046792	0,455	2,12904E-05
327,5	1,627	5,70877193	0,00019554	0,289	5,65111E-05
332,5	1,464	5,136842105	0,00072972	0,129	9,41339E-05
337,5	1,379	4,838596491	0,0014501	0,0456	6,61246E-05
			TOTAL	23,6850	1,40E-03
			%TE	5,90E-05	

### 5.3 Perhitungan Nilai % Transmisi Eritema

Penimbangan sampel *lotion* sebesar 28,5 mg. sampel sebanyak 28,5 mg mengandung 7% bahan aktif tabir surya, sehingga dalam 28,5 mg mengandung 1,995 mg bahan aktif. *Lotion* yang sudah ditimbang selanjutnya diencerkan dengan pelarut isopropanol sampai sampel dalam kuvet dengan diameter 1 cm sebesar 0,285 g/L. Nilai absorbansi pada 0,222 g/L dikonversi menjadi 1 g/L.

$$\frac{28,5 \text{ mg}}{10 \text{ mL}} \times 1000 = 2850 \text{ ppm}$$

$$\frac{1 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} \times 2850 \text{ ppm} = 285 \text{ ppm} = 0,285 \text{ g/L}$$

Nilai absorbansi pada 0,285 g/L dikonversi menjadi 1 g/L

Contoh nilai absorbansi sebesar 1,468

$$\frac{1 \text{ g/L}}{0,285 \text{ g/L}} \times 1,468 = 5,150877$$

Nilai absorbansi pada 1 g/L dikonversi menjadi nilai transmisi

$$A = -\log T$$

$$5,150877 = -\log T$$

$$T = 0,00000707\%$$

Kemudian dihitung nilai T x Fe untuk nilai persen transmisi eritema

$$\begin{aligned} T \times Fe &= 0,00000707\% \times 1,1390 \mu \text{ W/cm}^2 \\ &= 0,00000805\% \mu \text{ W/cm}^2 \end{aligned}$$

Kemudian nilai persen transmisi eritema dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

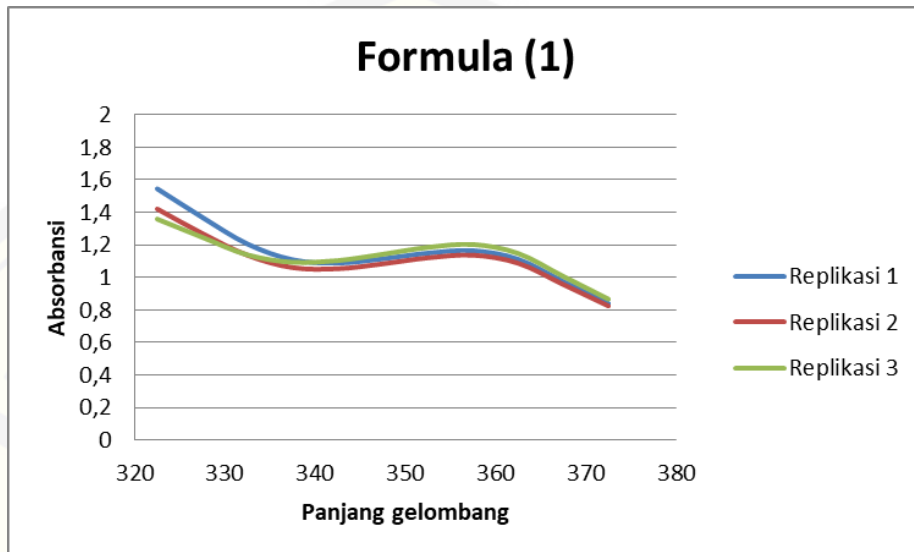
$$\%TE = \frac{\Sigma (T \times Fe)}{\Sigma Fe}$$

Sehingga nilai % transmisi eritema dari formula tersebut sebesar 0,00000403%

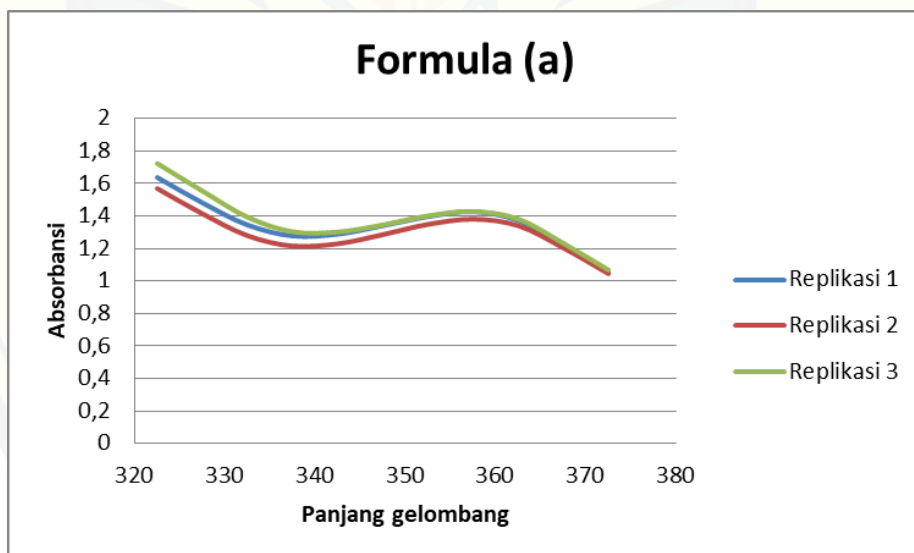
**6. Hasil Pengujian % Transmisi Pigmentasi secara *In Vitro***

6.1 Grafik serapan tabir surya dalam Pelarut Isopropanol

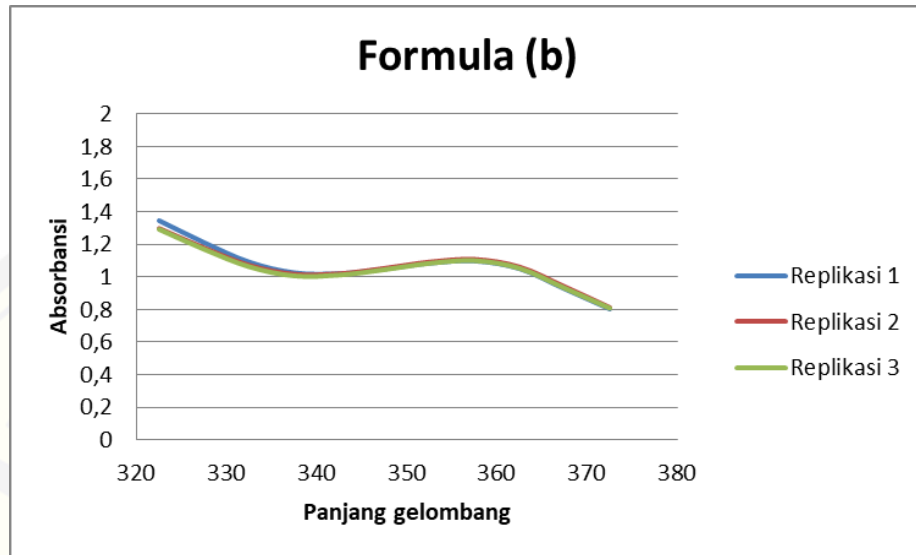
Formula (1)



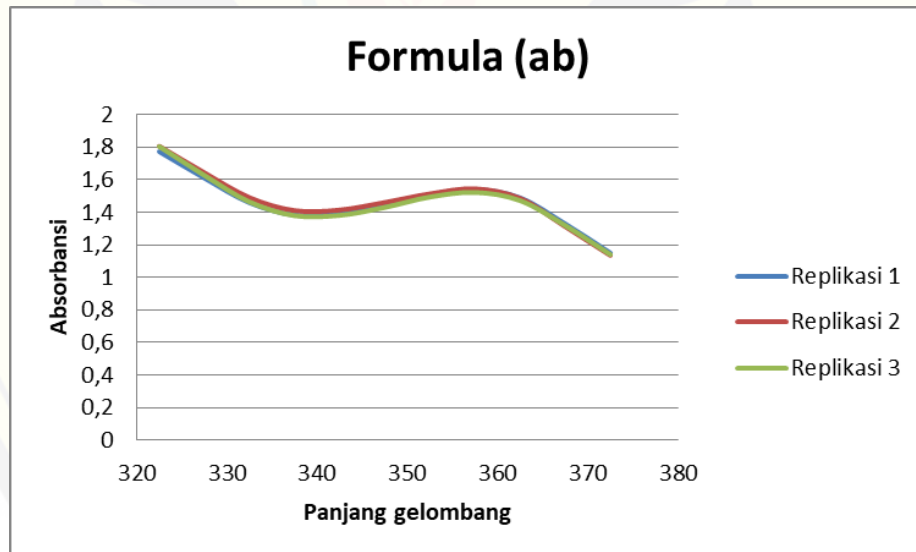
Formula (a)



Formula (b)



Formula (ab)





6.2 Tabel nilai absorbansi dan nilai % transmisi pigmentasi

**FORMULA (1)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,544	5,41754386	0,00038235	1,079	0,000412556
327,5	1,369	4,803508772	0,0015721	1,02	0,001603542
332,5	1,205	4,228070175	0,0059147	0,936	0,005536159
337,5	1,108	3,887719298	0,01295	0,798	0,0103341
342,5	1,088	3,81754386	0,015221	0,669	0,010182849
347,5	1,114	3,90877193	0,012338	0,57	0,00703266
352,5	1,149	4,031578947	0,0092987	0,488	0,004537766
357,5	1,164	4,084210526	0,0082374	0,456	0,003756254
362,5	1,111	3,898245614	0,01264	0,356	0,00449984
367,5	0,974	3,41754386	0,038235	0,31	0,01185285
372,5	0,84	2,947368421	0,11288	0,2600	2,93E-02
			TOTAL	6,94E+00	0,089097376
			%TP	0,01283454	

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,42	4,98245614	0,0010412	1,079	0,001123455
327,5	1,269	4,452631579	0,0035267	1,02	0,003597234
332,5	1,136	3,985964912	0,010328	0,936	0,009667008
337,5	1,06	3,719298246	0,019085	0,798	0,01522983
342,5	1,053	3,694736842	0,020196	0,669	0,013511124
347,5	1,083	3,8	0,015849	0,57	0,00903393
352,5	1,12	3,929824561	0,011754	0,488	0,005735952
357,5	1,136	3,985964912	0,010328	0,456	0,004709568
362,5	1,087	3,814035088	0,015345	0,356	0,00546282
367,5	0,956	3,354385965	0,0442195	0,31	0,013708045
372,5	0,824	2,89122807	0,12846	0,2600	3,34E-02
			TOTAL	6,94E+00	0,115178566
			%TP	0,016591554	

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,358	4,764912281	0,0017183	1,079	0,001854046
327,5	1,246	4,371929825	0,0042469	1,02	0,004331838
332,5	1,138	3,992982456	0,010163	0,936	0,009512568
337,5	1,093	3,835087719	0,014619	0,798	0,011665962
342,5	1,103	3,870175439	0,013484	0,669	0,009020796
347,5	1,142	4,007017544	0,0098397	0,57	0,005608629
352,5	1,184	4,154385965	0,0070083	0,488	0,00342005
357,5	1,202	4,21754386	0,0060598	0,456	0,002763269
362,5	1,147	4,024561404	0,0094501	0,356	0,003364236
367,5	1,006	3,529824561	0,029524	0,31	0,00915244
372,5	0,866	3,038596491	0,091496	0,2600	2,38E-02
			TOTAL	6,94E+00	0,084482794
			%TP	0,012169806	

**FORMULA (a)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,637	5,743859649	0,00018036	1,079	0,000194608
327,5	1,481	5,196491228	0,00063608	1,02	0,000648802
332,5	1,345	4,719298246	0,0019085	0,936	0,001786356
337,5	1,277	4,480701754	0,003306	0,798	0,002638188
342,5	1,288	4,519298246	0,0030248	0,669	0,002023591
347,5	1,34	4,701754386	0,0019872	0,57	0,001132704
352,5	1,396	4,898245614	0,001264	0,488	0,000616832
357,5	1,426	5,003508772	0,00099195	0,456	0,000452329
362,5	1,372	4,814035088	0,0015345	0,356	0,000546282
367,5	1,216	4,266666667	0,0054117	0,31	0,001677627
372,5	1,056	3,705263158	0,019712	0,2600	5,13E-03
			TOTAL	6,94E+00	0,016842439
			%TP	0,002426165	

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,569	5,505263158	0,00031242	1,079	0,000337101
327,5	1,414	4,961403509	0,0010929	1,02	0,001114758
332,5	1,279	4,487719298	0,003253	0,936	0,003044808
337,5	1,215	4,263157895	0,0054556	0,798	0,004353569
342,5	1,229	4,312280702	0,0048721	0,669	0,003259435
347,5	1,285	4,50877193	0,003099	0,57	0,00176643
352,5	1,348	4,729824561	0,0018628	0,488	0,000909046
357,5	1,38	4,842105263	0,0014384	0,456	0,00065591
362,5	1,34	4,701754386	0,0019872	0,356	0,000707443
367,5	1,204	4,224561404	0,0059626	0,31	0,001848406
372,5	1,045	3,666666667	0,021544	0,2600	5,60E-03
			TOTAL	6,94E+00	0,023598347
			%TP	0,003399359	

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,723	6,045614035	0,00009003	1,079	9,71424E-05
327,5	1,554	5,452631579	0,00035267	1,02	0,000359723
332,5	1,393	4,887719298	0,001295	0,936	0,00121212
337,5	1,303	4,571929825	0,0026796	0,798	0,002138321
342,5	1,301	4,564912281	0,0027233	0,669	0,001821888
347,5	1,345	4,719298246	0,0019085	0,57	0,001087845
352,5	1,401	4,915789474	0,001214	0,488	0,000592432
357,5	1,428	5,010526316	0,00097605	0,456	0,000445079
362,5	1,381	4,845614035	0,0014269	0,356	0,000507976
367,5	1,232	4,322807018	0,0047555	0,31	0,001474205
372,5	1,067	3,743859649	0,018036	0,2600	4,69E-03
			TOTAL	6,94E+00	0,014426091
			%TP	0,002078089	

**FORMULA (b)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,345	4,719298246	0,0019085	1,079	0,002059272
327,5	1,21	4,245614035	0,0056805	1,02	0,00579411
332,5	1,09	3,824561404	0,014977	0,936	0,014018472
337,5	1,025	3,596491228	0,025323	0,798	0,020207754
342,5	1,019	3,575438596	0,02658	0,669	0,01778202
347,5	1,048	3,677192982	0,021028	0,57	0,01198596
352,5	1,084	3,803508772	0,015721	0,488	0,007671848
357,5	1,097	3,849122807	0,014154	0,456	0,006454224
362,5	1,05	3,684210526	0,020691	0,356	0,007365996
367,5	0,926	3,249122807	0,056348	0,31	0,01746788
372,5	0,803	2,81754386	0,15221	0,2600	3,96E-02
			TOTAL	6,94E+00	0,150382136
			%TP	0,021662653	

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,297	4,550877193	0,0028127	1,079	0,003034903
327,5	1,177	4,129824561	0,0074161	1,02	0,007564422
332,5	1,071	3,757894737	0,017462	0,936	0,016344432
337,5	1,016	3,564912281	0,027233	0,798	0,021731934
342,5	1,019	3,575438596	0,02658	0,669	0,01778202
347,5	1,052	3,69122807	0,02036	0,57	0,0116052
352,5	1,091	3,828070175	0,014857	0,488	0,007250216
357,5	1,107	3,884210526	0,013055	0,456	0,00595308
362,5	1,06	3,719298246	0,019085	0,356	0,00679426
367,5	0,939	3,294736842	0,05073	0,31	0,0157263
372,5	0,811	2,845614035	0,14269	0,2600	3,71E-02
			TOTAL	6,94E+00	0,150886167
			%TP	0,021735259	

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,292	4,533333333	0,0029286	1,079	0,003159959
327,5	1,169	4,101754386	0,0079113	1,02	0,008069526
332,5	1,062	3,726315789	0,01878	0,936	0,01757808
337,5	1,006	3,529824561	0,029524	0,798	0,023560152
342,5	1,011	3,547368421	0,028355	0,669	0,018969495
347,5	1,044	3,663157895	0,021719	0,57	0,01237983
352,5	1,083	3,8	0,015849	0,488	0,007734312
357,5	1,099	3,856140351	0,013927	0,456	0,006350712
362,5	1,052	3,69122807	0,02036	0,356	0,00724816
367,5	0,93	3,263157895	0,054556	0,31	0,01691236
372,5	0,807	2,831578947	0,14737	0,2600	3,83E-02
			TOTAL	6,94E+00	0,160278786
			%TP	0,023088272	

**FORMULA (ab)**

- Replikasi 1

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,773	6,221052632	0,00006011	1,079	6,48587E-05
327,5	1,611	5,652631579	0,00022252	1,02	0,00022697
332,5	1,459	5,119298246	0,0007598	0,936	0,000711173
337,5	1,383	4,852631579	0,001404	0,798	0,001120392
342,5	1,392	4,884210526	0,0013055	0,669	0,00087338
347,5	1,448	5,080701754	0,00083042	0,57	0,000473339
352,5	1,508	5,29122807	0,00051141	0,488	0,000249568
357,5	1,54	5,403508772	0,0003949	0,456	0,000180074
362,5	1,488	5,221052632	0,0006011	0,356	0,000213992
367,5	1,328	4,659649123	0,0021895	0,31	0,000678745
372,5	1,149	4,031578947	0,0092987	0,2600	2,42E-03
			TOTAL	6,94E+00	0,007210154
			%TP	0,001038628	

- Replikasi 2

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,806	6,336842105	0,000063368	1,079	6,83741E-05
327,5	1,643	5,764912281	0,00017183	1,02	0,000175267
332,5	1,49	5,228070175	0,00059147	0,936	0,000553616
337,5	1,41	4,947368421	0,0011288	0,798	0,000900782
342,5	1,414	4,961403509	0,0010929	0,669	0,00073115
347,5	1,46	5,122807018	0,00075369	0,57	0,000429603
352,5	1,513	5,30877193	0,00049117	0,488	0,000239691
357,5	1,544	5,41754386	0,00038235	0,456	0,000174352
362,5	1,485	5,210526316	0,00061585	0,356	0,000219243
367,5	1,312	4,603508772	0,0024917	0,31	0,000772427
372,5	1,135	3,98245614	0,010412	0,2600	2,71E-03
			TOTAL	6,94E+00	0,006971625
			%TP	0,001004267	

- Replikasi 3

Panjang Gelombang	Abs	Abs 1 g/L	%T	Fp	%T x Fp
322,5	1,804	6,329824561	0,000046792	1,079	5,04886E-05
327,5	1,627	5,70877193	0,00019554	1,02	0,000199451
332,5	1,464	5,136842105	0,00072972	0,936	0,000683018
337,5	1,379	4,838596491	0,0014501	0,798	0,00115718
342,5	1,381	4,845614035	0,0014269	0,669	0,000954596
347,5	1,43	5,01754386	0,00096041	0,57	0,000547434
352,5	1,494	5,242105263	0,00057266	0,488	0,000279458
357,5	1,522	5,340350877	0,00045672	0,456	0,000208264
362,5	1,472	5,164912281	0,00068405	0,356	0,000243522
367,5	1,318	4,624561404	0,0023738	0,31	0,000735878
372,5	1,14	4	0,04	0,2600	1,04E-02
			TOTAL	6,94E+00	0,015459289
			%TP	0,002226922	



### 6.3 Perhitungan Nilai % Transmisi Pigmentasi

Penimbangan sampel *lotion* sebesar 28,5 mg. sampel sebanyak 28,5 mg mengandung 7% bahan aktif tabir surya, sehingga dalam 28,5 mg mengandung 1,995 mg bahan aktif. *Lotion* yang sudah ditimbang selanjutnya diencerkan dengan pelarut isopropanol sampai sampel dalam kuvet dengan diameter 1 cm sebesar 0,285 g/L. Nilai absorbansi pada 0,222 g/L dikonversi menjadi 1 g/L.

$$\frac{28,5 \text{ mg}}{10 \text{ mL}} \times 1000 = 2850 \text{ ppm}$$

$$\frac{1 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} \times 2850 \text{ ppm} = 285 \text{ ppm} = 0,285 \text{ g/L}$$

Nilai absorbansi pada 0,285 g/L dikonversi menjadi 1 g/L

Contoh nilai absorbansi sebesar 1,544

$$\frac{1 \text{ g/L}}{0,285 \text{ g/L}} \times 1,544 = 5,41754386$$

Nilai absorbansi pada 1 g/L dikonversi menjadi nilai transmisi

$$A = -\log T$$

$$5,41754386 = -\log T$$

$$T = 0,0000038235\%$$

Kemudian dihitung nilai T x Fp untuk nilai persen transmisi eritema

$$\begin{aligned} T \times F_p &= 0,0000038235\% \times 0,9360 \mu \text{ W/cm}^2 \\ &= 0,00000412556\% \mu \text{ W/cm}^2 \end{aligned}$$

Kemudian nilai persen transmisi eritema dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\%TP = \frac{\sum (T \times F_p)}{\sum F_p}$$

Sehingga nilai % transmisi pigmentasi dari formula tersebut sebesar 0,000128

**7. Hasil Olah Data Menggunakan *Design Expert Trial 10.0.1***

7.1 Hasil Olah Data Respon pH

**Response 1 pH**

**ANOVA for selected factorial model**

**Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]**

	Sum of		Mean	F	p-value
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F
Model	9.33	3	3.11	7042.84	< 0.0001 significant
A-ZnO	4.45	1	4.45	10082.28	< 0.0001
B-TiO2	1.85	1	1.85	4185.68	< 0.0001
AB	3.03	1	3.03	6860.55	< 0.0001
Pure Error	3.533E-003	8	4.417E-004		
Cor Total	9.34	11			

The Model F-value of 7042.84 implies the model is significant. There is only a 0.01% chance that an F-value this large could occur due to noise. Values of "Prob > F" less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case A, B, AB are significant model terms. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std. Dev.	0.021	R-Squared	0.9996
Mean	5.14	Adj R-Squared	0.9995
C.V. %	0.41	Pred R-Squared	0.9991
PRESS	7.950E-003	Adeq Precision	183.239
-2 Log Likelihood	-63.51	BIC	-53.57
		AICc	-49.80

The "Pred R-Squared" of 0.9991 is in reasonable agreement with the "Adj R-Squared" of 0.9995; i.e. the difference is less than 0.2. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 183.239 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient		Standard Error	95% CI		VIF
	Estimate	df		Low	High	
Intercept	5.14	1	6.067E-003	5.13	5.15	
A-ZnO	0.61	1	6.067E-003	0.60	0.62	1.00
B-TiO2	0.39	1	6.067E-003	0.38	0.41	1.00
AB	0.50	1	6.067E-003	0.49	0.52	1.00

**Final Equation in Terms of Coded Factors:**

$$\text{pH} = +5.14 + 0.61 * A + 0.39 * B + 0.50 * AB$$

**Final Equation in Terms of Actual Factors:**

$$\text{pH} = +4.86556 - 0.30444 * \text{ZnO} - 0.59333 * \text{TiO2} + 0.89333 * \text{ZnO} * \text{TiO2}$$

7.2 Hasil Olah Data Respon Viskositas

**Response 2 Viskositas**

**ANOVA for selected factorial model**

**Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]**

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	532.92	3	177.64	35.53	< 0.0001	significant
A-ZnO	52.08	1	52.08	10.42	0.0121	
B-TiO2	444.08	1	444.08	88.82	< 0.0001	
AB	36.75	1	36.75	7.35	0.0266	
Pure Error	40.00	8	5.00			
Cor Total	572.92	11				

The Model F-value of 35.53 implies the model is significant. There is only a 0.01% chance that an F-value this large could occur due to noise. Values of "Prob > F" less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case A, B, AB are significant model terms. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std. Dev.	2.24	R-Squared	0.9302
Mean	41.08	Adj R-Squared	0.9040
C.V. %	5.44	Pred R-Squared	0.8429
PRESS	90.00	Adeq Precision	12.652
-2 Log Likelihood	48.50	BIC	58.44
		AICc	62.22

The "Pred R-Squared" of 0.8429 is in reasonable agreement with the "Adj R-Squared" of 0.9040; i.e. the difference is less than 0.2. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 12.652 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient		Standard Error	95% CI		VIF
	Estimate	df		Low	High	
Intercept	41.08	1	0.65	39.59	42.57	
A-ZnO	2.08	1	0.65	0.59	3.57	1.00
B-TiO2	6.08	1	0.65	4.59	7.57	1.00
AB	1.75	1	0.65	0.26	3.24	1.00

**Final Equation in Terms of Coded Factors:**

viskositas	=
+41.08	
+2.08	* A
+6.08	* B
+1.75	* AB

**Final Equation in Terms of Actual Factors:**

$$\begin{aligned} \text{Viskositas} &= \\ &+32.33333 \\ &-1.11111 \quad * \text{ZnO} \\ &+4.22222 \quad * \text{TiO}_2 \\ &+3.11111 \quad * \text{ZnO} * \text{TiO}_2 \end{aligned}$$

7.3 Hasil Olah Data Respon SPF

**Response 3 SPF**

ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
	Sum of	Mean	F	p-value		
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	337.64	3	112.55	61.28	< 0.0001	significant
<i>A-ZnO</i>	289.26	1	289.26	157.51	< 0.0001	
<i>B-TiO2</i>	4.58	1	4.58	2.49	0.1529	
<i>AB</i>	43.80	1	43.80	23.85	0.0012	
Pure Error	14.69	8	1.84			
Cor Total	352.33	11				

The Model F-value of 61.28 implies the model is significant. There is only a 0.01% chance that an F-value this large could occur due to noise. Values of "Prob > F" less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case A, AB are significant model terms. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std. Dev.	1.36	R-Squared	0.9583
Mean	16.26	Adj R-Squared	0.9427
C.V. %	8.33	Pred R-Squared	0.9062
PRESS	33.06	Adeq Precision	17.434
-2 Log Likelihood	36.48	BIC	46.42
		AICc	50.20

The "Pred R-Squared" of 0.9062 is in reasonable agreement with the "Adj R-Squared" of 0.9427; i.e. the difference is less than 0.2. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 17.434 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient		Standard 95% CI 95% CI			VIF
	Estimate	df	Error	Low	High	
Intercept	16.26	1	0.39	15.36	17.17	
A-ZnO	4.91	1	0.39	4.01	5.81	1.00
B-TiO2	0.62	1	0.39	-0.28	1.52	1.00
AB	1.91	1	0.39	1.01	2.81	1.00

**Final Equation in Terms of Coded Factors:**

Spf	=
+16.26	
+4.91	* A
+0.62	* B
+1.91	* AB

**Final Equation in Terms of Actual Factors:**

Spf	=
+12.35811	
+2.30067	* ZnO
-3.42178	* TiO2
+3.39644	* ZnO * TiO2

7.4 Hasil Olah Data Respon % Transmisi Eritema

**Response 4 %TE**

**ANOVA for selected factorial model**

**Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]**

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	Prob > F
Model	1.596E-005	3	5.319E-006	10.54	0.0037	significant
A-ZnO	1.228E-005	1	1.228E-005	24.34	0.0011	



B-TiO2 1.504E-006 1 1.504E-006 2.98 0.1225  
 AB 2.172E-006 1 2.172E-006 4.31 0.0717  
 Pure Error 4.036E-006 8 5.045E-007  
 Cor Total 1.999E-005 11

The Model F-value of 10.54 implies the model is significant. There is only a 0.37% chance that an F-value this large could occur due to noise. Values of "Prob > F" less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case A is a significant model term. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std. Dev.	7.103E-004	R-Squared	0.7981
Mean	1.149E-003	Adj R-Squared	0.7224
C.V. %	61.83	Pred R-Squared	0.5458
PRESS	9.081E-006	Adeq Precision	7.009
-2 Log Likelihood	-144.81	BIC	-134.87
		AICc	-131.09

The "Pred R-Squared" of 0.5458 is in reasonable agreement with the "Adj R-Squared" of 0.7224; i.e. the difference is less than 0.2. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 7.009 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient		Standard Error	95% CI		VIF
	Estimate	df		Low	High	
Intercept	1.149E-003	1	2.050E-004	6.760E-004	1.622E-003	
A-ZnO	-1.012E-003	1	2.050E-004	-1.485E-003	-5.388E-004	1.00
B-TiO2	3.540E-004	1	2.050E-004	-1.188E-004	8.269E-004	1.00
AB	-4.255E-004	1	2.050E-004	-8.983E-004	4.735E-005	1.00

**Final Equation in Terms of Coded Factors:**

%TE	=
+1.149E-003	
-1.012E-003	* A
+3.540E-004	* B
-4.255E-004	* AB

**Final Equation in Terms of Actual Factors:**

%TE	=
+1.06302E-003	
-4.03370E-004	* ZnO
+1.41754E-003	* TiO2
-7.56415E-004	* ZnO * TiO2

7.5 Hasil Olah Data % Transmisi Pigmentasi

**Response 5 %TP**

ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	8.723E-004	3	2.908E-004	159.26	< 0.0001	significant
A-ZnO	7.667E-004	1	7.667E-004	419.96	< 0.0001	
B-TiO2	3.767E-005	1	3.767E-005	20.63	0.0019	
AB	6.788E-005	1	6.788E-005	37.18	0.0003	
Pure Error	1.461E-005	8	1.826E-006			
Cor Total	8.869E-004	11				

The Model F-value of 159.26 implies the model is significant. There is only a 0.01% chance that an F-value this large could occur due to noise. Values of "Prob > F" less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case A, B, AB are significant model terms. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std. Dev.	1.351E-003	R-Squared	0.9835
Mean	0.010	Adj R-Squared	0.9774
C.V. %	13.48	Pred R-Squared	0.9629
PRESS	3.286E-005	Adeq Precision	26.590
-2 Log Likelihood	-129.37	BIC	-119.43
		AICc	-115.66

The "Pred R-Squared" of 0.9629 is in reasonable agreement with the "Adj R-Squared" of 0.9774; i.e. the difference is less than 0.2. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 26.590 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient		Standard Error	95% CI		VIF
	Estimate	df		Low	High	
Intercept	0.010	1	3.901E-004	9.124E-003	0.011	
A-ZnO	-7.993E-003	1	3.901E-004	-8.893E-003	-7.094E-003	1.00
B-TiO2	1.772E-003	1	3.901E-004	8.722E-004	2.671E-003	1.00
AB	-2.378E-003	1	3.901E-004	-3.278E-003	-1.479E-003	1.00

**Final Equation in Terms of Coded Factors:**

%TP	=
+0.010	
-7.993E-003	* A
+1.772E-003	* B
-2.378E-003	* AB

**Final Equation in Terms of Actual Factors:**

%TP	=
+0.013786	
-5.37259E-003	* ZnO
+7.64741E-003	* TiO2
-4.22815E-003	* ZnO * TiO2

**8. HASIL FORMULA OPTIMUM**


pH	is in range	4.5	6.5	1	1	3
viskositas	is in range	20	70	1	1	3
spf	maximize	6	30	1	1	4
%TE	minimize	0	1	1	1	3
%TP	minimize	0	3	1	1	3

Solutions									
Number	ZnO	TiO2	pH	viskositas	spf	%TE	%TP	Desirability	
1	<u>2.000</u>	<u>1.880</u>	<u>6.500</u>	<u>49.746</u>	<u>23.297</u>	<u>0.000</u>	<u>0.002</u>	<u>0.877</u>	<u>Selected</u>
2	1.995	1.885	6.500	49.780	23.274	0.000	0.002	0.877	
3	2.000	1.872	6.490	49.659	23.269	0.000	0.002	0.876	
4	1.981	1.902	6.500	49.884	23.207	0.000	0.002	0.875	
5	2.000	1.850	6.464	49.433	23.196	0.000	0.002	0.875	
6	2.000	1.692	6.276	47.788	22.665	0.000	0.002	0.864	
7	2.000	1.485	6.028	45.617	21.964	0.000	0.002	0.849	

9. Sertifikat Penelitian

9.1 Sertifikat Oktil Metoksisinamat

**Chemspec Chemicals Pvt. Ltd.**  
 (A Govt. Recognised Star Export House)  
 (An ISO 9001 : 2008, 14001 : 2004 & OHSAS 18001 : 2007 Certified Company)  
 Factory : Plot No. 3-C, MIDC, Talaja, Tal. Panvel, Dist. Raigad - 410208 (Maharashtra) India  
 CIN No.: U24114MH1975PTC018665



October 14, 2016

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

PRODUCT NAME : Octyl Methoxy Cinnamate ( OMCX /Octinoxate )  
 BATCH NO. : MX # 1811016  
 QUANTITY : 2820.0 Kg  
 DATE OF MFG. : October - 2016  
 BEST BEFORE : October - 2019

S.No	Test	Specification	Results
1.	Aspect	Liquid	Liquid
2.	Color	Colorless to light yellow	Light yellow
3.	Odor	Odorless to faint	Faint
4.	Identification ( IR & UV spectra)	Conforms	Complies
5.	UV spectrum ( C=0.010 g/L in absolute ethanol) E(1%, 1cm ) at 310 nm ± 5nm	Not less than 835	849
6.	Specific gravity (25 <sup>o</sup> C)	1.005- 1.013	1.007
7.	Refractive Index (20 <sup>o</sup> C)	1.542 – 1.548	1.5439
8.	Assay	95.0 – 105.0 %	98.52 %
9.	Chromatographic purity Purity (A%) Each impurity ( A % ) Total of all impurities (A%)	Not more than 0.5 % Not more than 2.0 %	98.79 % 0.33 % 1.21 %
10.	Acidity	Max 0.8 ml NaOH 0.1 N	Complies
11.	2 -ethyl hexanol	Less than 300 ppm	Complies

**Remark :- Material PASSES with respect to above specification as well as meets the requirement of USP-37.**

*S. Sidde*  
Compiled by  
Sr.Executive Q.C

*E. J. Nale*  
Checked by  
Asst.Manager QC

*S. Sidde*  
Approved by  
GM Q.A/Q.C.

---

Regd. Office : Commercial Union House, 2nd Floor, 9, Wallace Street, Fort, Mumbai - 400 001, India

9.2 Sertifikat Avobenson

  
**Vivimed**

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

Product Name	AVIS JAVOBENSON 100mg		
Batch Number	AGB0213067	Batch Size	1000 Kg
Mfg. Date	Jan 2015	A/R No.	VLI/FG/130315
Exp. Date	Jan 2015	Page No.	1 of 1

S.No	Tests	Specifications	Results
1	Appearance	Crystalline powder	Crystalline powder
2	Color	White to pale yellow	Pale yellow
3	Odor	Slightly aromatic	Complies
4	Solubility	Insoluble in water Soluble in Acetone & hot methanol	Complies
5	Identification a. IR	The IR absorption spectrum of the sample should be concordant with AVIS standard.	Complies
	b. UV	Absorbance at 260nm do not differ by more than 3.0%	Less than 3.0%
6	Melting Range (°C)	81.0°C to 84.0°C	84.2°C to 85.6°C
7	Loss on drying (Dry it in vacuum at 70°C for 4 hrs)	Not more than 0.50% w/w	0.08% w/w
8	UV-Absorbance (0.1% solution in acetone) 1 cm cell at 257 ± 2 nm	1100 – 1180	1148
9	Heavy Metals	Not more than 20 ppm	Less than 20 ppm
10	Impurities (by GC) Individual impurity Sum of the impurities	Not more than 3.0% Not more than 4.5%	0.42% 2.50%
11	Assay by GC	Not less than 95.0% and Not more than 105.0% w/w on dried basis	99.12% w/w

Remarks: The product Complies as per the above specification.

Completed by	Checked by	Approved by
		
Date	Date	Date

© Vivimed 2014  
Vivimed is a registered trademark of Vivimed Indonesia, PT. All rights reserved.  
Vivimed Indonesia, PT. www.vivimed.com

Vivimed is a registered trademark of Vivimed Indonesia, PT. All rights reserved.  
Vivimed Indonesia, PT. www.vivimed.com



9.3 Sertifikat Zink Oksida

CERTIFICATE OF ANALYSIS


ZINC OXIDE PHAR. GRADE


Date : 17 Juli 2017

Appearance : CLEAN, WHITE POWDER

Tgl. Produksi : 16 Juli 2017  
EXP. : 16 Juli 2019


No. Dok : IDX/P-74  
Rev. : 1

 **BISQA**  
QUALITY ASSURANCE  
ISO 9001:2008  
CERTIFICATE NUMBER  
1999978410

 **YKAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Lembaga Sertifikasi Standar  
LSSB-001-2010

ANALYSIS - %	
<u>LOT. NO.</u>	16C13E09
1. ZnO content	99,98
2. PbO content	0,002
3. Sieve residu	0,002
4. Insoluble matter in HCL	0,01
5. Moisture content	0,02
6. Ignition Loss	0,15

QC DEPARTEMENT

  
ASTRI NURIA

9.4 Sertifikat Titanium Dioksida

P1

**COSMO CHEMICAL CO., LTD.**

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

\* NAME OF GOODS : TITANIUM DIOXIDE  
ANATASE TYPE  
KA-100

\* ORDER NO. : J.9087

\* CONTAINER NO. : BSHU2051433

\* LOT NUMBER : A431 - 8495 - 8514

\* TESTING DATE : 2016-05-12

\* ISSUE DATE : 2016-05-12

\* MANUFACTURE DATE : 2016-05-09

\* EXPIRY DATE : 2019-05-08

\* QUANTITY : 20MT

\* BAGS ON EACH LOT NO. : 40 BAGS ON EACH LOT NO.

LOT NO.	BAG NO.	LOT NO.	BAG NO.	LOT NO.	BAG NO.
A431-8495	40 BAGS	A431-8502	40 BAGS	A431-8509	40 BAGS
A431-8496	40 BAGS	A431-8503	40 BAGS	A431-8510	40 BAGS
A431-8497	40 BAGS	A431-8504	40 BAGS	A431-8511	40 BAGS
A431-8498	40 BAGS	A431-8505	40 BAGS	A431-8512	40 BAGS
A431-8499	40 BAGS	A431-8506	40 BAGS	A431-8513	40 BAGS
A431-8500	40 BAGS	A431-8507	40 BAGS	A431-8514	40 BAGS
A431-8501	40 BAGS	A431-8508	40 BAGS		
<b>TOTAL BAG NO. : 400 BAGS</b>					

TEST ITEM	STANDARD SPECIFICATION	RESULTS	TEST METHOD
TiO <sub>2</sub> (PURITY)	≥8.0 % MIN	99.96	K.S.M 5000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.008 % MAX	0.009	MAKER'S STD
H <sub>2</sub> O	0.4 % MAX	0.3	
RESIDUE (325 MESH)	0.025 % MAX	0.013	
WHITENESS	86.5 % MIN	97	
T.S.R	1250 % MIN	1280	
OIL ABSORPTION	25cc/100g MAX	19.6	
PARTICLE SIZE	0.25 - 0.35 μm	0.33	
HIDING POWER	150 or/g MIN	151	
IGNITION LOSS	0.3 % MAX	0.20	
MATTER SOLUBLE IN WATER	0.7 % MAX	0.6	
pH	7.0 - 9.0	7.5	

WE HEREBY CERTIFY THAT ABOVE TEST RESULTS ARE TRUE AND CORRECT.

COSMO CHEMICAL CO., LTD.  
Q.I. SECTION CHIEF: Jung-Kwang, Ryu

